This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

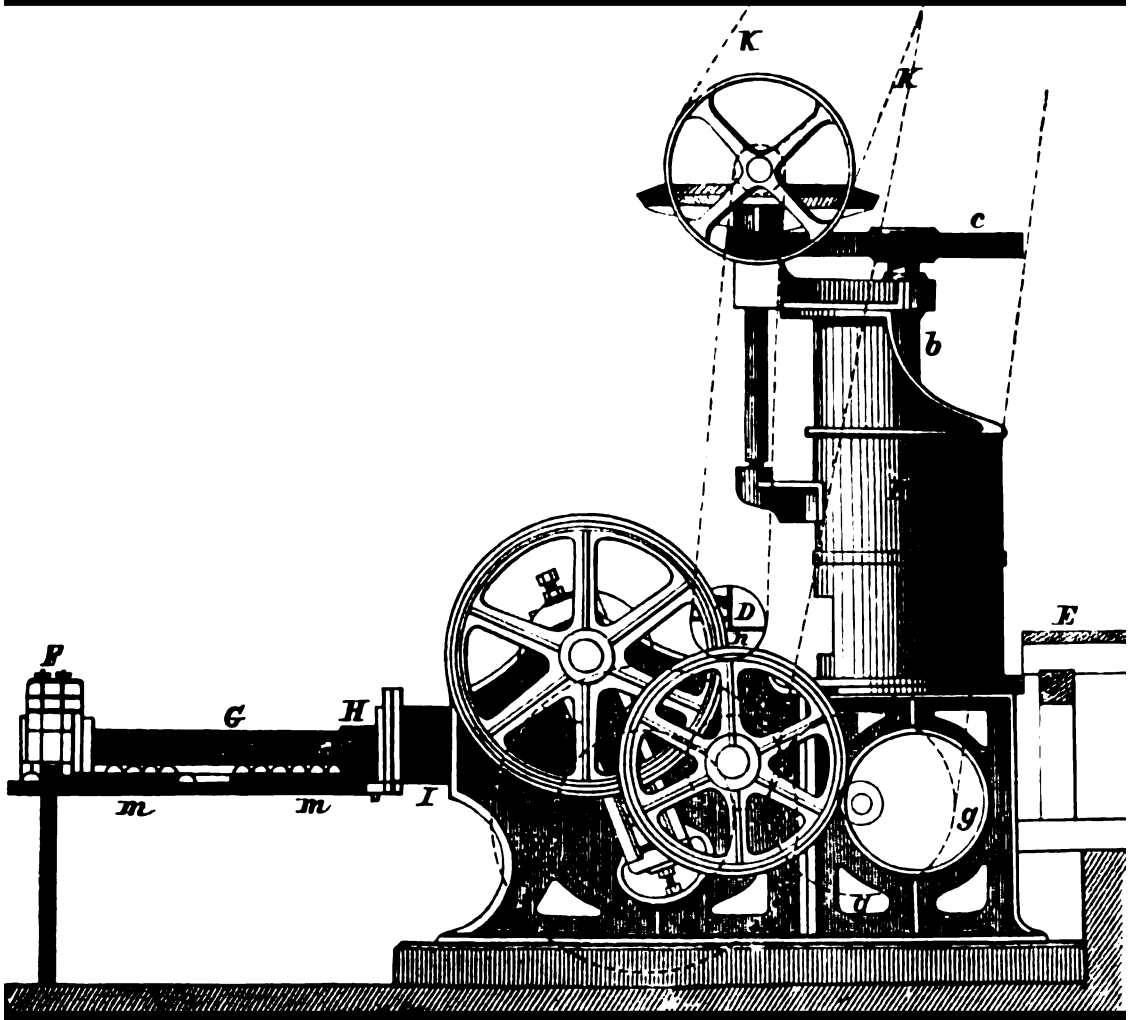
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

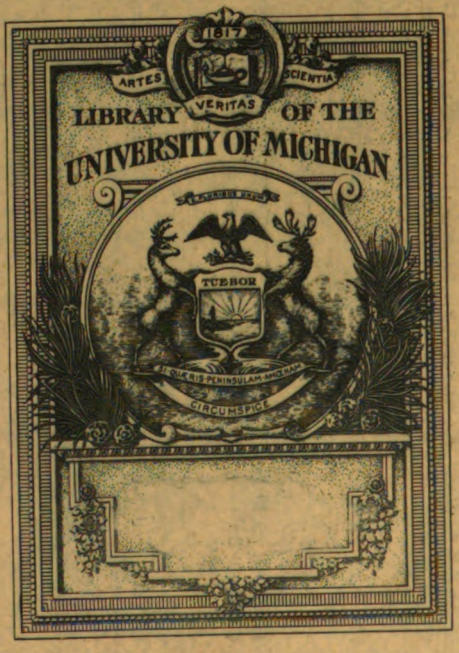
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Physische und chemische Beschaffenheit der ...

Rudolph Gottgetreu

Digitized by Google



THE GIFT OF
Dr. David Molitor

Digitized by Google

TA
403
.G68
1880

Digitized by Google

Physische und chemische Beschaffenheit

der

Baumaterialien

deren Wahl, Verhalten und zweckmässige Verwendung.

Ein Handbuch

für den Unterricht und das Selbststudium

bearbeitet von

Rudolph Gottgetreu,

Architect und ordentl. Professor an der technischen Hochschule zu München.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage.

In zwei Bänden.

Erster Band.

Mit 122 in den Text gedruckten Holzschnitten, 3 photolithographirten und 3 lithographirten Tafeln.

Berlin 1880.

Verlag von Julius Springer.

Digitized by Google

Digitized by Google

Gift
Mr. David Mallis
4-7-1932
2 v.

Vorrede zur ersten Auflage.

Die erste umfassend bearbeitete Lehre über Baumaterialien erschien im Jahre 1797 in dem Handbuche für Land-Baukunst von D. Gilly in Berlin; dieses seiner Zeit höchst werthvolle Buch erlebte schnell hintereinander fünf Auflagen, und es wurde die letzte von dem Schwiegersohne des Autors F. Triest neu überarbeitet und im Jahre 1831 zur Herausgabe gebracht.

Der Geheime Oberbaurath Gilly schrieb dieses Buch, wie er selbst sagt, für angehende Baumeister und Handwerker in einfacher und verständlicher Sprache, hielt sich dabei aber durchaus fern von allen tiefer gehenden theoretisch wissenschaftlichen Erläuterungen.

Im Jahre 1806 wurden in Berlin die Vorlesungen des Professors M. S. Sganzin, die an der dortigen polytechnischen Schule gehalten wurden und die in ihrem ersten Theile die Baumaterialien behandeln, der Oeffentlichkeit im Druck übergeben, und 1826 schrieb Friedr. Accum, Professor der technischen Chemie und Mineralogie, sein vortreffliches Werk über denselben Stoff und bezeichnete es als ein Handbuch für den öffentlichen Unterricht an der Bauakademie zu Berlin.

Diese beiden Werke vertraten vorherrschend den mehr wissenschaftlichen Standpunkt, und in beiden ist zugleich die Theorie mit der Praxis so glücklich in einander verwebt, dass ihr Studium Jeden, der ihm obliegt, einerseits von der schwindelnden Höhe zurückhält, zu der eine rein speculirende Theorie zu führen im Stande ist, andererseits ihn aber auch vor jener, leider nur zu häufig vorkommenden Seichtheit bewahrt, welche das Studium rein praktischer Schriften zur folge hat.

Accums Handbuch erfreute sich denn auch der besten Aufnahme, und die Gründlichkeit mit der es verfasst ist, gab ihm solchen Werth, dass es noch heute seinem wissenschaftlichen Gehalte nach über die meisten neueren Erscheinungen, die den gleichen Stoff behandeln, sich erhebt; da letztere in den meisten Fällen sich vom handwerksmässigen Standpuukt nicht zu befreien vermochten und somit in keiner Weise Schritt hielten mit den wissenschaftlichen Bestrebungen der Jetztzeit.

Als Ausnahme hiervon ist jedoch die im Jahre 1833 vom Bauinspector Wolfram in Bayreuth erschienene Lehre von den Bausteinen, den Verbindungsstoffen, Hölzern und Metallen zu nennen, denn dieses Buch zeichnet sich durch eine bis ins Kleinste gehende Gründlichkeit aus und hat ein ebenso schätzenswerthes, wie voluminöses Material angehäuft, das aber zur Bewältigung der ernsthaftesten Ausdauer bedarf; es wirkt auf den Leser ermüdend und möchte aus diesem Grunde dem Unterrichte

Digitized by Google

als passende Grundlage nicht dienen. Von neuern Werken über Baumaterialien sind weiters als recht brauchbar und empfehlenswerth die von Professor Bernhard Grueber, dann die von den Architecten Kersten und Költsch verfassten, zu erwähnen.

Es ist keine leichte, noch viel weniger dankbare Arbeit die Lehre der Baumaterialien in ihrer Gesammtheit den Anforderungen unserer Zeit entsprechend richtig zu behandeln; der Stoff wie er heutzutage uns vorliegt, greift so tief in alle technischen Wissenschaften ein, dass er dadurch ein äusserst umfangreicher und vielseitiger geworden ist; dabei liegt ein sehr grosser Theil der neuerdings erst gemachten Erfahrungen und Forschungen, die sich auf das in Rede stehende Fach beziehen, äusserst zerstreut in den verschiedensten Zeitschriften und Werken, und muss oft mühsam zusammengetragen werden; den so erhaltenen Stoff dann zu sichten und endlich übersichtlich zugleich brauchbar zu machen, sich dabei aber auch auf jener Grenze zu bewegen, um nicht zu viel und nicht zu wenig zu bieten, dies war die Aufgabe, die der Verfasser dieses Lehrbuchs zur Lösung sich gestellt hatte; demnach hat er es versucht seiner Baumaterialienlehre die neuerdings gemachten Fortschritte in so weit einzuverleiben, als er sie hauptsächlich für den Bautechniker für nutzbringend erachtete; das bearbeitete Thema aber nach allen Seiten hin erschöpfend behandelt zu haben, darauf macht er keinen Anspruch, und es lag dies auch ausser der Sphäre seiner Aufgabe, wie auch der begrenzte Raum, der ihm zugemessen war, eine speciellere Behandlung des vorgeführten Stoffes nicht duldete. In einer Wissenschaft, die täglich durch neue Anschauungen vermehrt und erweitert wird, kann Vollständigkeit für jede Zeit überhaupt nur eine relative Eigenschaft sein, und in so fern werden alle technischen Werke einer stets sich wiederholenden Ergänzung bedürfen!

Die geschichtlichen jedem Kapitel vorgesetzten Notizen mögen zur Belebung des bearbeiteten Stoffes beitragen.

Was nun den Inhalt des Buches anbetrifft, so sollen hier einige wenige Vorbemerkungen Platz finden:

Bei den Gebirgssteinen wurde die Klassifikation, die in Klöden's Kenntnisse der Bausteine (Crelle's Journal III. Band 1830) gegeben und dann fast überall acceptirt worden war, verlassen, und zwar aus dem Grunde, weil dieselbe auf rein äusserlichen Erscheinungen sich stützte. So umfasst z. B. die I. Gruppe der festen Gesteine — im Gegensatze zu den losen — ungleichartige, gleichartige, scheinbar gleichartige und Trümmer-Gesteine; eine solche Eintheilung kann auf klare fassliche Uebersicht keine Ansprüche machen, denn durch sie werden Gesteine auseinander gehalten, die offenbar ihrer anderweitigen Verwandtschaft wegen, nicht getrennt werden dürfen, wie dies beispielsweise bei dem Basalt und Dolerit, bei dem Gabbro und Serpentin der Fall ist; dagegen bringt Klöden's Gruppirung der Bausteine andererseits die Quarzgesteine und die Kalke, die doch sicher ihrer Natur nach zu scheiden sind, in ein und dieselbe Klasse.

Nicht in der dem Auge erscheinenden Gleich- oder Ungleichartigkeit ihrer Gemengtheile beruht die Verwandtschaft der Gebirgsgesteine, sondern es ist dieselbe in ihrer gleichartigen verwandtschaftlich mineralogischen Beschaffenheit und ihrer ähnlichen geognostischen Entstehungsweise zu suchen.

Auch die Klassifikation der Felsarten nach ihrer vorherrschend che-

Digitized by Google

mischen Beschaffenheit in talkige, thonige, kieselige, kalkige und gemengte Gesteine, (wie viele Lehrbücher sie aufführen) erscheint für unsere Verhältnisse unstatthaft, denn die Geognosie spielt gegenwärtig eine so bedeutende Rolle und beschäftigt gerade den Bautechniker so vielfach, dass es auch geboten erscheint bei der bautechnischen Klassifikation der Gebirgsgesteine die geognostischen Verhältnisse vorherrschend mit zu berücksichtigen, und unter dieser Berücksichtigung sind die in der Natur vorkommenden Gesteine und Erden hier behandelt.

Geradezu staunenerregend wirkt es, wenn einige neueste Handbücher über Baumaterialien die Gesteine in naiver Weise in Bruch- und Feldsteine zergliedern!

In unserer strebsamen Zeit kann sich kein Bautechniker der wissenschaftlichen Kenntniss des Rohmaterials, mit dem er fortwährend zu arbeiten hat, entziehen, denn ohne diese specielle Kenntniss desselben ist eine normale Verwendung nicht denkbar; es genügt aber dabei nicht, seine Kenntnisse auf die wenigen Bausteine zu beschränken, die in manchen Hand- und Lehrbüchern selbst der neuesten Literatur höchst oberflächliche Behandlung finden, sondern es gebietet uns die Achtung vor unserm Berufe, die wissenschaftliche Seite unseres Faches nicht zu ignoriren, denn ohne diese bleibt man auf dem rein handwerksmässigen Standpunkt gebannt.

Haben die natürlichen Gesteine und Erden für den Bautechniker eine nicht zu verkennende Bedeutung, so ist dies in gleicher Weise bei den künstlichen Steinen der Fall, unter denen besonders die gebrannten Ziegelwaaren unsere besondere Beachtung beanspruchen. Bei Beurtheilung dieser Baumaterialien ist besonders die technische Umwandlung der Stoffe zu berücksichtigen.

Hier wieder eine scharfe Grenze zwischen der Lehre der Baumaterialien im engern Sinne und deren technischer Behandlung zu ziehen, ist nicht leicht möglich, da die richtige Beurtheilung der Vorzüge und Mängel der hier zu besprechenden Materialien, sowie der Verschiedenartigkeit mancher derselben erst ermöglicht ist durch die Kenntniss ihrer Fabrikation, und lassen sich viele wesentliche Eigenschaften gar nicht erklären, ohne das Technologische dabei zur Sprache zu bringen; hier aber blos abgerissene Bruchstücke zu geben, würde eher zu Undeutlichkeit als Klarheit führen. Jedem Bautechniker muss daran gelegen sein systematisch klar die Fortschrifte verfolgen zu können, welche die Ziegelfabrikation in so überraschender Weise in neuester Zeit gemacht hat. Dem Verfasser war dabei weniger darum zu thun Specialia zu geben, wie dies in dem vozüglichen Werke von Heusinger von Waldegg — Kalk-, Ziegel- und Röhrenbrennerei — bis ins kleinste Detail geschehen ist, sondern er stellte sich die Aufgabe, ein übersichtliches Bild über das Wesen der neuen Ziegelfabrikation in bezug auf Maschinen und Brennmethode zu entrollen.

Bei der Abhandlung über das Holz wurde besonders Gewicht auf die verschiedenen Methoden der Imprägnirung und Konservirung gegen Zerstörung gelegt; in die vortrefflichen Forschungen jedoch eines H. Nördlinger[1]) und M. Willkomm[2]) einzugehen, gestattete leider der Raum, der diesem Kapitel zugemessen war, nicht und werden deren Werke zum weiteren Studium hier angelegentlichst empfohlen.

[1]) Die technischen Eigenschaften der Hölzer von Dr. Nördlinger, Professor und Forstrath in Hohenheim.

[2]) Die mikroskopischen Feinde des Waldes von Dr. M. Willkomm, Professor der Forstakademie in Tarant.

Digitized by Google

Die bautechnisch-wichtigen Metalle wurden ausführlicher, wie dies in den bisher erschienenen Büchern über Baumaterialien geschehen ist, behandelt, und erscheint dies wohl in so fern gerechtfertigt, da ja dies Material in neuester Zeit sich so hohe Bedeutung zu verschaffen gewusst hat; es war auch hier nothwendig die Art der Produktion wenigstens in den Hauptzügen mitzutheilen; dem sehr wichtigen statisch-mechanischen Theile der Metalle konnte jedoch nur kurze Erwähnung gewidmet werden; diese Materie ist übrigens eine so umfassende geworden und neigt überdem so entschieden dem konstructiven Theil der bautechnischen Fächer zu, dass sie ein specielles Studium benöthigt, und werthvolle Bücher behandeln ja diesen Gegenstand in der erschöpfendsten Weise.

Den Verbindungs-Materialien wurde zwar bei ihrer grossen Wichtigkeit besondere Aufmerksamkeit zugewendet, und wurde es auch versucht die Resultate der neuesten Forschungen in übersichtlicher Weise zusammen zu stellen, aber das bereits aufgestapelte achtunggebietende Material, an dem so viele hervorragende Männer der Wissenschaft ihre Kräfte bethätigt haben, ist ein so umfassendes, als dass dasselbe in seinem ganzen Umfange in einer kurzgefassten Abhandlung über Baumaterialien Platz finden könnte; immerhin möchte aber das Mitgetheilte dem Bautechniker genügende Aufschlüsse geben, auf welchen Standpunkt die Wissenschaft in dieser Beziehung angelangt ist, es wird ihm dabei auch die Mühe erspart sein, sich selbst die vielen in Zeitschriften zerstreuten Notizen über diesen Gegenstand zu sammeln und übersichtlich zu ordnen.

Bei den Hülfsmaterialien wurden das Glas, das Wasserglas, die Farbstoffe, die Firnisse, endlich Kautschuk und Guttapercha nicht ganz als Stiefkinder behandelt, wie dies bisher in allen Abhandlungen über Baumaterialien geschehen ist; es wurde ihnen jene Beachtung eingeräumt, die diese, für unsere Zeit nicht unwichtigen Baustoffe mit vollstem Recht beanspruchen können; besonders wurde den Farben eine eingehendere Aufmerksamkeit gewidmet, und versucht in dies sonst so sehr verworrene Kapitel Uebersicht und Klarheit zu bringen.

Die Veranlassung zur Herausgabe dieses Buches lag hauptsächlich in dem Umstande, dass es dem Verfasser mit oblag, den Unterricht in der Baumaterialienkunde an der polytechnischen Schule zu München zu ertheilen; unter diesen Verhältnissen sammelte sich ein vielfach durchsichtiges Material an, das selbstverständlich durch die Erscheinungen der technischen Literatur nicht unbeeinflusst bleiben konnte; zugleich aber glaubte der Verfasser gerade in der Literatur über die Baumaterialien eine auffällige Lücke zu bemerken, denn selbst viele der neueren und neuesten Erscheinungen auf diesem Gebiete der Technik vermochten es nicht dieselbe entsprechend auszufüllen; ob es ihm gelungen, diese Lücke entsprechend auszufüllen, das überlässt er dem geneigten Urtheil seiner Leser, die er um ihre Nachsicht zu bitten sich erlaubt.

München im Juni 1869.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Vorrede zur zweiten Auflage.

Die erfreuliche Aufnahme, welche dieses Handbuch „Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien“ gefunden hat, liefert den Beweis, dass die Voraussetzungen, von welchen ich bei seiner Herausgabe ausgegangen bin, und welchen in der Vorrede zur I. Auflage Ausdruck gegeben wurde, keine unrichtigen waren. Beim erstmaligen Erscheinen dieses Buches — vor fünf Jahren — gestattete der sehr beschränkt zugemessene Raum in keiner Weise eine eingehende und erschöpfende Bearbeitung des so umfangreichen Materials, und Niemand fühlte dies wohl mehr, als ich selbst! Nachdem sich aber gegenwärtig die Gelegenheit bot, eine Umarbeitung dieses Buches vorzunehmen, kann ich mich auch der Hoffnung hingeben, dass es gelingen werde diese neue Auflage auf jene Höhe der Vollendung zu heben, wie es unsere gegenwärtige Zeit — die Zeit der technischen Hochschulen — gebieterisch erheischt.

Fortan wird mein Streben darauf gerichtet sein, ganz besonders die wissenschaftliche Seite des reichen und mannigfaltigen Stoffes, den die Baumaterialienlehre bietet, zu betonen und es wird dann wohl auch gelingen, diesen für jeden Techniker so höchst wichtigen Lehrstoff aus seiner bisher sehr stiefmütterlichen Stellung zu befreien.

In bezug auf die Erweiterungen, welche die II. Auflage erfahren hat, ist zu bemerken:

Dem Kapitel „Die in der Natur vorkommenden Gesteine und Erden“ wurden erläuternde Anmerkungen geognostischen Inhalts beigefügt; bei der Steingewinnung wurde den Sprengmaterialien sowie den Steinbearbeitungsmaschinen eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet, auch fand die Werder'sche Festigkeitsmaschine, wie eine solche im mechanisch-technischen Laboratorium der Münchener Polytechnischen Schule in Thätigkeit ist, Aufnahme und nähere Beschreibung.

Die Kapitel über „Lehm und Thon“ wurden erweitert, und fanden in dem Kapitel „Die künstlichen Steine“ die neuesten Brennöfen mit direkter- und Gasfeuerung nähere Erläuterung; auch in dem Kapitel „feuerfeste Steine“ wurden jene Resultate — freilich nur in übersichtlicher Kürze — mitgetheilt, welche die Keramik den unermüdlichen Untersuchungen des Dr. Karl Bischof verdankt.

In dem Kapitel „Holz“ wurden geschichtliche Notizen eingefügt und der organische Bau und die chemische Zusammensetzung des Holzes eingehender besprochen, auch möchte die Veröffentlichung der Schwellen-

Digitized by Google

Imprägnir- und Kreosotir-Anstalt in Kirchseon, den bayerischen Staatsbahnen angehörig, eine erwünschte Beilage sein.

Das wichtige Kapitel „Die Metalle“ fand eine sehr wesentliche Erweiterung unterstützt durch zahlreiche Holzschnitte und 14 lithographirte Tafeln in Tondruck, die Querschnitte der im Handel vorhandenen Eisensorten in ihren Querprofilen und Gewichten darstellend. Die diesem Kapitel beigefügte Neubearbeitung über die Festigkeit der Metalle ist eine Arbeit des Herrn Karl Heimpel, Assistenten an der mechanisch-technischen Abtheilung unserer Polytechnischen Schule, dem ich dafür meine besondere Anerkennung auszusprechen nicht unterlassen kann.

In dem Kapitel „Verbindungsmaterialien“ wurden, unter anderen Ergänzungen, die Gasöfen von Steinmann und von Swann mitgetheilt, dann die Gypsbrennöfen von Dumesnil und Scanegatty.

Auch bei den „Hülfsmaterialien“ wurden alle jene Momente berücksichtigt, welche seit der Zeit des Erscheinens der I. Auflage sich geltend gemacht haben.

Möge somit auch die II. Auflage sowohl der Gunst als auch der geneigten Nachsicht aller meiner Fachgenossen sich zu erfreuen haben, und wiederhole ich mit diesem Wunsche, „dass ja Vollständigkeit für jede Zeit in einer Wissenschaft, die täglich durch neue Anschauungen vermehrt und erweitert wird, nur eine relative Eigenschaft sein kann“, und dass insofern auch dieses Buch einer wiederholten Ergänzung stets benöthigt sein wird.

München im December 1874.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Vorrede zur dritten Auflage.

Nach Verlauf von fünf Jahren ist an den Verfasser dieses Handbuch's über Baumaterialien wiederholt die Aufgabe herangetreten, dasselbe nach gewissenhafter Durchsicht in III. Auflage erscheinen zu lassen; in folge dessen wurden bei der Ueberarbeitung alle Neuerungen auf dem sich täglich erweiternden Gebiete der Materialienkunde berücksichtigt.

In bezug auf die in den früheren Auflagen gewählte Eintheilung „der in der Natur vorkommenden Gesteine und Erden", fand eine Vereinfachung statt, und wurde in den betreffenden Abschnitten den Verhältnissen in ganz Deutschland Rechnung zu tragen gesucht.

Auch das Kapitel „Thon" hat eine neue Gestalt erhalten, und möchte dies gerechtfertigt sein, weil die Kenntniss der äusserst wichtigen Thonmaterialien berufen zu sein scheint den Ziegelrohbau in erneute Bahnen zu lenken, und einen formgebenden Einfluss auf die Physionomie unserer Bauwerke auszuüben.

Dem Abschnitte „Holz" wurden mehrere photolithographische Tafeln beigegeben, welche dazu dienen sollen, den interessanten organischen Bau unserer Bauhölzer näher kennen zu lernen.

Einer Umarbeitung ward auch das Kapitel über die Festigkeit der Hölzer unterworfen, und dasselbe so präcis als möglich gefasst.

Die Schlussabhandlung der früheren Auflage „über Heizkraft und Brennbarkeit etc." glaubte der Verfasser in der III. Auflage ganz streichen zu können, da dieses Thema im Grunde genommen der Lehre von der Heizung angehört.

So möge denn dieser I. Band mit seiner 5 Bogen starken Erweiterung und den sehr vielen neu eingefügten Holzschnitten sich einer gleichen Aufnahme erfreuen, wie dies bei den beiden ersten Auflagen der Fall war.

München im August 1879.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Eintheilung der Baustoffe oder Baumaterialien 1

I. Hauptgruppe. Hauptmaterialien.

A. Die in der Natur vorkommenden Gesteine und Erden.

Allgemeines 5. Eintheilung 13.

I. Versteinerungslose Felsarten.

A. Massige ungeschichtete Gesteine.

1. Die Granite 14
   Orthoklas- und Oligoklas-Granit, rother orientalischer Granit, Pegmatit, Protogyn, Uebergänge in andere Gesteine 15. Vorkommen und Verwendung 16. Geschichtliches 18.
2. Syenit 20
   Orthoklasporphyr, Glimmersyenit, Zirkonsyenit; Vorkommen und Verwendung 20. Geschichtliches 21.
3. Diorit 22
   Glimmerdiorit, Dioritporphyr, Kugeldiorit, Vorkommen und Verwendung 22.
4. Diabas 23
   Aphanit, Diabasporphyr, Porfido verde antico, Diabasmandelstein 23. Hornblendefels (Amphibolit) 23.
5. Serpentinfels (Serpentin, Schlangenstein) 23
   Verde di Prato, Nero di Prato, Verde di Susa, Ophit. Vorkommen und Verwendung 24..
6. Gabbro (Urgrünstein) 25
   Verde di Corsica. Vorkommen 25.
7. Eklogit (Omphacit) 26
8. Die Porphyre 26
   a) Felsitporphyr 26
   Feldsteinporphyr, Thonsteinporphyr, Hornsteinporphyr, Thonporphyr 26, rother Porphyr 27. Porfido rosso antico, Glimmertrapp, Granitporphyr, Trümmerporphyr, Porphyrschiefer. Vorkommen und Verwendung 27.

Digitized by Google

Seite

b) Melaphyr (Basaltit) 28
Melaphyrporphyr, Melaphyrmandelstein 28.
c) Dioritporphyr 29
d) Diabasporphyr 29
e) Augitporphyr 29
f) Pechsteinporphyr 29
9. Trachytgesteine.
a) Trachyt, Trachytporphyr 29
b) Phonolit (Klingstein, Porphyrschiefer) 30
c) Pechstein, Pechsteinporphyr 30
d) Perlstein 31
e) Obsidian 31
f) Bimsstein 32
10. Augitgesteine (Trappgesteine).
a) Dolerit, Anamesit 32
b) Basalt 33
Basaltmandelstein, verschlackter Basalt, Basaltporphyr 33. Vorkommen und Verwendung 34.
11. Lava 36

B. Die krystallinischen Schiefer.

1. Gneis 37
Glimmergneis, Protogyngneis, Hornblendegneis 37.
2. Quarzite 38
a) Quarzfels 38
b) Itakolumit, Gelenkquarz, biegsamer Sandstein . . . 39
c) Kieselschiefer (Lydit) 39
d, e) Hornstein, Jaspis 39
f) Limnoquarzit, Süsswasserquarz 39
3. Granulit 40
4. Glimmerschiefer (Gestellstein) 40
Talkschiefer, Chloritschiefer und graphitischer Schiefer 41.
5. Talkschiefer, Topfstein 41
6. Chloritschiefer 42
7. Hornblendeschiefer 42
8. Phyllit oder Urthonschiefer 42
Cornubianite, Chiastolithschiefer, Fleck- oder Fruchtschiefer, Knotenschiefer, Ottrolithschiefer, Sericitschiefer 42. Vorkommen und Verwendung 43.

II. Versteinerungen führende schichtige Felsarten (Sekundäre oder Flötzformationen und tertiäre Formationen).

1. Thonschiefer 43
2. Kalksteine 47

A. Krystallinischer Kalk (Urkalk) 48
Ophicalcit, Vorkommen 48. Antiker und moderner Marmor; salischer-, attischer-, hymettischer- und parischer Marmor 49. Cappadocischer Marmor, Carrara-Marmor, grauer Marmor 50. Cipollino, Lucullan 51.

Digitized by Google

Seite

B. Dichter Kalkstein.

a) Uebergangskalk (Grauwackenkalk) 52
Korallenkalkstein, Breccie-, Trümmer-Marmor 53. Brokatell-, Lumachel-, dentritischer Marmor, weisser Marmor, gelber Marmor, rother Marmor 54. Grüner, blauer, violetter, brauner, grauer und schwarzer Marmor 56.
b) Kohlenkalk 57
c) Zechstein 58
d) Muschelkalk 58
Terebratulakalk und Wellenkalk, Muschelmarmor 59.
e) Liaskalk 60
f) Oolithkalk 61
g) Jurakalk 61
Plattenkalk, Kalkschiefer, Majolika, Solenhofer Steine 62. Ruinen-Marmor 63.
h) Alpenkalk 63
Guttensteinerkalk, plattiger Muschelkalk, Wetterstein-, Hallstädter Kalk 64. Dachstein-, Hierlatzer-, Adnetherkalk 65. Vilser-, Barmstein-, Auer-, rother Jurakalk 66. Tegernseer Marmor, Schrattenkalk 67. Sewenkalk, Ruinenmarmor, Rudistenbreccie 68. Vorkommen und Verwendung 69.
i) Kreide, Plänerkalk 70
k) Grobkalk 71
Nummulitenkalk, Pariser Grobkalk 72.
l) Kieselkalkstein, Granitmarmor 73
m) Landschneckenkalk 73
3. Mergelgebilde 74
Kupferschiefer 74. Keupermergel, Kreidemergel, Flammenmergel 75. Wetzstein 77.
4. Dolomit 77
Rauhwacke 77. Vorkommen und Verwendung 78.
5. Gyps 79
1. Gypsspath (Frauenglas), 2. Fasergyps, 3. körniger Gyps (Alabaster) 79. 4. dichter Gyps, Zechsteingyps 80. Vorkommen und Verwendung 81 u. 82.
6. Sandstein (Quarzpsammite).
Unterscheidung der Sandsteine 83
a) Grauwacke, Grauwackensandstein 84
b) Kohlensandstein 85
c) Dyas-Sandstein (Todtliegendes) 86
d) Rother bunter Sandstein 86
e) Keuper-Sandstein 87
f) Liassandstein 89
g) Quadersandstein 90
h) Grünsandstein 91
i) Plänersandstein 91

Digitized by Google

Seite

k) Galtgrünstein 91
l) Wiener- oder Karpathensandstein 91
m) Burgberger Grünsandstein 92
n) Nummuliten-Sandstein 92
o) Molasse-Sandstein 92

III. Konglomerate, Breccien und Tuffe.

1. Gneisbreccie 94
2. Grauwackenkonglomerat 94
3. Quarzkonglomerat und Quarzbreccie 94
4. Grünsteinkonglomerat und Grünsteinbreccie 95
5. Porphyrkonglomerat und Porphyrbreccie 95
6. Trachytkonglomerat und Trachytbreccie 96
   Phonolitkonglomerat, Bimssteinkonglomerat, Steintuff, Bröckeltuff 96.
7. Trass (Duckstein) 97
8. Basaltkonglomerat (Basalttuff oder Trapptuff) 97
9. Kalksteinkonglomerat und Kalksteinbreccie 98
10. Kalktuff, Travertin 98
11. Nagelflue 100

IV. Lose Gesteine und Erden.

1. Erratische Blöcke (Findlinge) 101
2. Gerölle und Geschiebe 102
   Riesel, Kies, Grant 102.
3. Sand 103
4. Kieselguhr (Infusorienerde, Bergmehl) 106
5. Thon 107
   Ueber das Alter der Thonablagerungen 108
   Die Verschiedenheit der Thonablagerungen 120
   Klassifikation und Petrographie der Thone 122
   I. Kaolin oder Porzelanerde 123
      Zusammensetzung des Kaolins 123
   II. Die plastischen Thone 124
      a) Der Pfeiferthon 124
      b) Die feuerfesten Thone 124
         Chemische Analyse 125
      c) Die Schieferthone und Schieferletten . . . 126
      d) Töpferthone 127
   III. Ziegelerde (Ziegelthone) 127
      a) Der Thonmergel 129
      b) Löss 129
      c) Der Lehm 130
   Physikalische allgemeine Eigenschaften und Vorkommen des Thones 132
   Chemische Eigenschaften des Thones 136
6. Dammerde (Acker-, Gartenerde) 139

Digitized by Google

Seite

Allgemeine Betrachtungen über Beurtheilung der Güte der natürlichen Gesteine als Bausteine 140
Dauerhaftigkeit 140
Frostbeständigkeit 144
Verwitterungsfähigkeit 146
Festigkeit 147
Festigkeitsmaschinen 148
Zugfestigkeit der Steinmaterialien 155
Druckfestigkeit der Steinmaterialien 156
Schubfestigkeit der Steinmaterialien 157
Minimaldruckfestigkeit 158
Festigkeitsuntersuchungen von Rondelet 159
Wiederstandskoefficienten von Rondelet 163
Festigkeit der Steine nach Weisbach 164
Härtegrad der Steine 165
Trockenheitszustand der Gesteine 166
Wärmeleitungsfähigkeit der Gesteine 167
Feuerbeständigkeit der Gesteine 168
Spezifisches und absolutes Gewicht einiger Gesteine . . 169

Von der Gewinnung der natürlichen Gesteine 170
Das Zersprengen der Gesteine mittelst Feuer (Feuersetzen) 170
Das Sprengen der Steine mit Pulver 171
Bickford'sche Patent-Zündfäden 173
Das sogenannte Schnüren 173
Geätzte Minen und Aetzapparat 174
Minensprengungen 175
Das Sprengen von Felsen unter Wasser 177
Bohrwerkzeuge 179
Sprengen mit Nitrochemikalien und anderen verwandten Stoffen 183
Das Spalten mittelst eiserner Keile 188
Das Spalten mittelst Maschinen 190
Bohrmaschine 193

Von der Bearbeitung der Werkstücke 195
Steinsägemaschine 199
Steinbrechmaschine 202

B. Die künstlichen Steine.

I. Gebrannte künstliche Steine (Ziegel).

Geschichtliches 205
1. Untersuchung der Ziegelerde 211
Bestandtheile des Ziegelguts 211
Analyse 216
2. Gewinnung und Behandlung des Ziegelguts . . 218
Einsumpfen, Schlämmen 221

Digitized by Google

Seite

Thonschneider 223
Walzwerke mit Hand- und Riemenbetrieb 224
Kombinirte Thonzubereitungsmaschine 225
3. Formen der Lehmerde 226
a) Formen der Voll- und Hohlziegel 226
Formen mit Sand und Wasser, Ziegelschlagen 227
Ziegelform-Maschine 228
I. Maschinen mit Handbetrieb 229
Ziegelpresse von Goffard 229
- - M. A. Julienne 230
- zum Nachpressen 232
- von M. D. Deck 235
- - H. Clayton mit Handbetrieb . 237
- - - - Riemenbetrieb 238
II. Maschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus nasser Erde 240
Ziegelmaschine von Cazenave 240
- - H. Clayton 241
- - Gebr. Sachsenberger . . 243
- - Murray 245
- - Hertel 246
- - Gebr. Chambers 249
- - Schlickeisen 251
- - Jordan 253
- - Röhrig & König 253
III. Maschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus trockener Ziegelerde 253
Ziegelmaschine von Bradley und Craven . . 254
- - Platt und Comp. 258
- - Oates 259
- - W. Hess 262
- - J. Gregg 265
- - Durand und Douglas . . 266
Schlussbetrachtung über die Leistungen der Ziegelmaschinen 267
b) Formen der Dachplatten 275
Dachziegel von Hausding 276
Dachziegel von Josson und Delangle 277
Flachziegel von Robelin und Arbey 278
Dachziegel von Gilardoni und Sohn 279
Falzziegelpresse von Gebr. Schmerber 281
Dachziegelpresse von Gilardoni 281
4. Vom Trocknen der Ziegelwaaren 284
5. Das Brennen der Ziegelwaaren 289
Brennen in Meilern 290
Münchener Doppelziegelofen 291
Holländischer Ziegelofen 293
Etagenofen 294

Digitized by Google

Seite

Kasseler Ziegelflammofen 295
Ziegelofen mit Ueberfeuerung 296
- von Fickentscher und Menzing 298
- von Fries und Gottgetreu 300
Ringofen von Gibbs 303
- - Peclet 304
- - Villeneuve le Roi 305
- - Licht und Hoffmann 313
Brennofen in Aylesford bei Maidstone 325
- von Angebault-Justeau 327
Parallelofen von Bührer und Hamel 327
Bührer'sche patentirte Molekularfeuerung 332
Verkürzter Brennofen von Bührer 334
Brennofen von Müller & Gilardoni 335
- für Drainröhren und Hohlsteine von P. Borie 336
Kanalziegelofen von Bock 337
Brennofen mit direkter Gasfeuerung von Ferd. Steinmann 342
- - - - - G. Mendheim . 345
Gasbrennofen von C. Nehse 347
Kanalofen mit Gasfeuerung von Bock 349
Verkürzter Brennofen mit Gasfeuerung von Bührer . . 351
Ziegelbrennöfen von Barbier & Colas 353
Schlussbetrachtung über das Brennen von Ziegeln . . 360
Brennversuche 362

Von den verschiedenen Arten der Ziegelwaare:

1. Gewöhnliche Erzeugnisse 364
2. Klinker 365
3. Kaminsteine 366
4. Gewölbesteine 366
5. Brunnsteine 367
6. Fliesen, Estrichplatten, Flurziegel, Pflastersteine . . . 367
7. Poröse Steine, Tuffziegel 367
8. Hohlziegel 368
9. Gesimssteine, Formsteine, Façonsteine, Profilsteine . . 371
10. Feuerfeste Backsteine, Chamotteziegel 375
Analysen feuerfester Thone 376
Dinasteine 383
11. Dachziegel 385

Von den nöthigen Eigenschaften guter Backsteine 386
Vom Färben, Glasiren und Plattiren der Ziegelwaare 388
Gräudämpfofen von Wesch 393
Von der Festigkeit der gebrannten Steine 394

II. Ungebrannte künstliche Steine.

Kalk oder Kalksandziegel 396
Béton 399
Victoriasteine (Versteinerter Cement) 400

Digitized by Google

Seite

Künstlicher Marmor 402
Gypsmarmor, Stuckmarmor 403
Stucko-Lustro 405
Keene's Patent-Marmor-Cement 406
Parian-Cement, Magnesia-Cement 407
Künstlicher Stein von Dumesnil 408
Schlackensteine 409

C. Die Hölzer.

Geschichtliches 412
Organischer Bau, chemische Zusammensetzung des Holzes 418
Untersuchungen von Nördlinger 418.
Holzzellen, Holzgewebe und Holzporen 418
Klassifikation der Hölzer von Nördlinger 423
Chemische Zusammensetzung des Holzes und dessen Gehalt an Wasser 425
Markstrahlen, Jahrringe 429
Gefüge des Holzes 431
Krankheiten und Fehler des Holzes bei lebenden Bäumen 434
Einfluss des Standortes und des Klimas auf die Beschaffenheit und das Wachsthum der Bäume 437
Allgemeine Eigenschaften des Holzes, Farbe, Glanz, Durchscheinen, Geruch und Alter der Bäume 438
Die Reife oder Schlagbarkeit 440
Beschreibung der technisch-wichtigen Bäume 441
A. Nadelhölzer. (Allgemeine Eigenschaften.) 441
1. Kiefer (Föhre) 442
a) Italienische Kiefer, b) Pinienkiefer, c) Weihrauchskiefer, d) Weymouthskiefer, e) Zürbelkiefer, f) Besenkiefer 443
2. Gemeine Fichte (Rothtanne) 444
3. Weiss- oder Edeltanne 445
4. Lärchenbaum 446
a) Zeder, b) Zypresse, c) Sumpfzeder 447
5. Eibenbaum 448
6. Wachholder 449
B. Laubhölzer. (Allgemeine Eigenschaften) 449
1. Eiche 450
a) Trauben- oder Wintereiche, b) Stiel- oder Sommereiche 450
c) Korkeiche, d) Indische Eiche 451
2. Gemeine Buche 451
3. Weissbuche 452
4. Ulme oder Rüster 453
Flatterulme 454
5. Esche 454
Trauresche 455

Digitized by Google

Seite

6. Gemeine oder schwarze Erle 455
Weisse Erle 456
7. Ahorn 456
a) Weisser oder gemeiner Ahorn 456
b) Feldahorn, c) Spitzahorn 457
8. Birke 457
a) Gemeine Birke 457
b) Riechbirke, Moschusbirke, c) die Pappelbirke . . 458
9. Linde 458
a) Kleinblätterige Linde, b) Grossblätterige Linde . 458
10. Pappel 459
a) Silberpappel, b) Zitterpappel, c) Italienische Pappel, d) Schwarzpappel, e) Balsampappel 459
11. Weide 460
a) Weisse oder Silberweide, b) Sohl- oder Saalweide, c) Korbweide, d) gelbe Bandweide, e) Werftweide, f) Mandelweide, g) Lorbeerweide 460
12. Nussbaum 462
13. Gemeine Kastanie 462
14. Wilde Kastanie, Rosskastanie 463
15. Abendländische Platane 463
16. Kirschbaum 464
a) Mahalebkirsche, b) Sauerkirsche, c) Vogelkirsche . 464
17. Pflaumen- oder Zwetschenbaum 464
18. Gemeiner Birnbaum 465
19. Apfelbaum 465

Verschiedene Straucharten.

1. Mehlbeerbaumholz, 2. Elsebeerbaumholz, 3. Bohnenbaumholz, 4. Stechpalmenholz, 5. Spindelbaumholz, 6. Buchsbaum, 7. Akazienholz, 8. Mispelbaumholz, 9. Kornelkirschenbaumholz, 10. Vogelbeer- oder Ebereschenholz 11. Hollunderholz, 12. Fliederholz, 13. Kreuz- oder Wegdornholz, 14. Pulverholz, Faulbaumholz 466
15. Weissdornholz, 16. Berberis- oder Sauerdornholz, 17. Hartringelholz, 18. Ligusterholz, 19. Pimpernussholz, 20. Schlehdornholz, 21. Haselnussholz 467

Aussereuropäische Laubholzarten.

1. Mahagoniholz 467
2. Ebenholz 468
3. Palisanderholz 469
4. Amarantholz 469
5. Atlasholz, 6. Rosenholz 469
7. Gelbes Santelholz, Citrin- oder Ambraholz 470
8. Rothes Santelholz 470
9. Zitronholz 470

Digitized by Google

Seite

10. Königsholz, 11. Guajakholz 471
12. Olivenholz, 13. Eisenholz, 14. Schlagenholz 472
15. Sassafras- oder Fenchelholz 472
16. Bitter- oder Fliegenholz 472
17. Brasilienholz 472
18. Gelbholz, 19. Blauholz, 20. Rothholz 473
21. Palmenholz 473

Vom Fällen des Holzes 474

Ueber den Transport der unbearbeiteten Hölzer 478

Eintheilung des Holzes 478

Bauholz aus den Nadelhölzern 478
Bauholz aus den Eichenhölzern 483
Nutz- oder Werkholz 484
Brennholz, Strauch- oder Faschinenholz 484

Von den Einflüssen der Feuchtigkeit auf das Holz 484

Erscheinungen des Schwindens am Bauholze 487

Mittel gegen das Schwinden 490

Lufttrocknung, künstliche Trocknung 490
Trockenofen von R. Napier 494
Auslaugen mit Wasser oder Dampf 498
Zweckmässige Verarbeitung 499

Bearbeitung des Holzes 500

Holzbearbeitungsmaschinen 502

Von der Dauer des Bauholzes und dessen Zerstörung durch Fäulniss, Holzschwamm, Wurmfrass und Feuer 503

Mittel die Fäulniss zu verhüten:

Durch Anstrich 508
- Verkohlung 509
- Kyanisiren 513
- Imprägniren 513

Imprägniren mit Eisenvitriol 513
- - Eisenoxydul 513
- - Zinkchlorid 514
- - holzessigsaurem Zinkoxyd 514
- - Kreosot 515

Konservirung des Holzes durch Paraffin 515
- - - - Boraxlösung 517
- - - - Chlorkalcium und Glaubersalz 517

Tränken des Holzes mit antiseptischen Stoffen 518
Boucherie'scher Apparat 524
Imprägniren der Hölzer durch hydraulischen Druck . . 526

Schlussfolgerung.

Vergleichung der Konservirungsmethoden 529
Holz-Konserviranstalt in Kirchseon 532
Situation der Schwellen-Imprägnir- und Kreosotir-Anstalt in Kirchseon 534

Digitized by Google

Seite

Zerstörung des Holzes durch den Holz- oder Hausschwamm 536
Mittel dagegen: das Kastner'sche, Sodakalk, Chlorzink, Petroleum 538
- - Mykothanaton, house preservatory . . 539
- - Antimerulion 540
Zerstörung des Holzes durch Wurmfrass 541
Borkenkäfer 541
Bastkäfer, Bohrkäfer, Bockkäfer 542
Weidenbohrer, Kiefernraupe, Holzwespen 544
Mittel zur Verhütung des Wurmfrasses 545
Schutz gegen Feuer 546
Flammenschutzmittel 546
Herstellung xylochromischer und xyloplastischer Produkte . . 548
Naturholz-Tapeten von Mahler-Segesser 550
Verwendung des Holzzeugs oder Holzstoffes 551
Skiffarin-Waaren 552
Spezifisches Gewicht des Holzes 552
Tabelle 553
Physikalische Eigenschaften des Holzes:
Härte und Spaltbarkeit 554
Spaltbarkeit des Holzes 555
Biegsamkeit 556
Elasticität 556
Festigkeit 558
Absolute Festigkeit und rückwirkende Festigkeit . . . 558
Werthe der Koefficienten für Zug- und Druckfestigkeit zusammengestellt von Heinzerling 560
Tabellen, Zug- und Druckfestigkeit 561
Die relative Festigkeit 562
Tabelle gegen Durchbiegung (relative Festigkeit) . . 564
Festigkeit gegen Zerknicken 565
Schubfestigkeit, Abscheerungs- oder Verschiebungsfestigkeit 568

Digitized by Google

Digitized by Google

Eintheilung

der

Baustoffe oder Baumaterialien.

Die Baumaterialienlehre giebt uns Kenntniss von allen Stoffen, die zum Bauen verwendet werden; man entnimmt dieselben allen Naturreichen und unterscheidet dann wohl ganz allgemein: organische und unorganische Baumaterialien; wir finden sie entweder in einem Zustande, der sie unmittelbar oder nach nur geringer Zurichtung zur Verwendung tauglich macht, und nennen sie dann natürliche Baumaterialien, oder in einem solchen, wobei eine mehr oder weniger grosse Umgestaltung nothwendig wird, und nennen sie dann künstliche.

Diese Bezeichnungen sind jedoch zu allgemeiner Natur und erscheinen zu einer übersichtlichen Eintheilung der Baumaterialien nicht ausreichend, und möchte sich ohne Zweifel die bündigste Klassifikation ergeben, wenn man sämmtliche Baustoffe in drei grosse Hauptgruppen zusammenstellt, nämlich:

I. Hauptmaterialien.
   - A. Die in der Natur vorkommenden Gesteine und Erden.
   - B. Die künstlichen Steine.
   - C. Die Hölzer.
   - D. Die Metalle.

Digitized by Google

II. Verbindungsmaterialien.

A. Die verschiedenen Mörtelarten (Lehm-, Kalk-, Gypsmörtel).

B. Die Kitte.

C. Der Asphalt.

III. Nebenmaterialien oder Hülfsmaterialien.

Hierher gehören: Glas, Wasserglas, Farben, Firnisse, Theer, Kautschuk, Guttapercha, Steinpappe, Hanf, Stroh, Rohr und Moos.

Digitized by Google

Baumaterialien.

I. Hauptgruppe.

Hauptmaterialien.

A. Die in der Natur vorkommenden Gesteine und Erden.
B. Die künstlichen Steine.
C. Die Hölzer.
D. Die Metalle.

Digitized by Google

Digitized by Google

A. Die in der Natur vorkommenden Gesteine und Erden.

Die natürlichen, oder wie die Steinmetzen sich ausdrücken, die gewachsenen Gesteine treten auf der Oberfläche unserer Erde überall an den Tag, indem sie den festen Theil der Erdrinde bilden und erscheinen entweder als zusammenhängende felsige Masse, oder als von dieser abgelöste Stücke, als Findlinge, Gerölle und Geschiebe.

Die natürlichen Gesteine, Gebirgs- oder Felsarten sind grösstentheils Gemenge verschiedener Mineralien, und bezeichnet man solche Gesteine wohl als minerogene Bildungen; in den durch angehäufte Mineralstoffe gebildeten Gesteinen finden sich jedoch auch häufig Versteinerungen d. h. Ueberreste von Thier- und Pflanzenkörpern, so dass die minerogenen Gesteine, entweder versteinerungsfrei, oder versteinerungshaltig sind; bestehen die Versteinerungen vorwaltend, oder ganz aus thierischen Ueberresten, so entstehen die zoogenen Gesteine, bestehen sie vorwaltend oder ganz aus pflanzlichen Ueberresten, die phytogenen.

Bestehen Gesteine aus mehr oder weniger deutlich unterscheidbaren Gesteinselementen, entweder als Krystalle oder als krystallinische Individuen, oder als Fragmente von präexistirenden Gesteinen, so bezeichnete man wohl erstere als ursprüngliche, letztere als regenerirte; zweckmässiger erscheint jedoch für diese Gesteine die Bezeichnung: krystallinische und klastische Gesteine (κλαστὸς zerbrochen, zerstückelt), und somit ist ein krystallinisches Gestein ein solches, welches wesentlich aus krystallinischen Elementen besteht, ein klastisches dagegen ein solches, welches wesentlich aus klastischen Elementen besteht. In diesem Sinne sind Granit, Porphyr und ein Theil der Kalksteine krystallinische, die Konglomerate, viele Sandsteine klastische Gesteine.

Bei den krystallinischen Gesteinen hat der Chemismus die Hauptrolle gespielt, während die klastischen Gesteine vorherrschend durch mechanische Kräfte entstanden.

Digitized by Google

Gewisse Gesteine sind charakteristisch durch die Bildungen von kugel- oder linsenförmigen Konkretionen (Erbsenstein, oolitischer Kalkstein), man bezeichnet sie als konkretionäre Gesteine.

An die aus staubartigen Elementen zusammengesetzten klastischen Gesteine, schliessen sich ihrer äusseren Erscheinung nach andere Gesteine an, deren mikroskopisch kleine anorganischen Gemengtheile theils durch mechanische Zerstörung theils durch chemische Umgestaltung präexistirender Gesteine entstanden sind, wie Kaolin, Thon, und nennt man solche dialytische Gesteine.

Sind Gesteine wesentlich nur aus amorphen Mineralien gebildet, so unterscheidet man hyaliene und porediene Gesteine, je nachdem die amorphen Mineralkörper entweder von glasiger Natur sind, wie beim Obsidian, Perlstein, Pechstein, oder aus einem nassweichen, gallertartigen Zustande zur Erstarrung gelangten, wie Flint, Feuerstein, Opal.

Die Elemente der krystallinischen Gesteine sowohl als die der klastischen zeigen in ihrer Grösse eine sehr bedeutende Verschiedenheit; wohl bis zur Grösse eines halben Meter kommen sie einerseits vor, andererseits messen sie einige Zentimeter, und nehmen manche wohl eine so diminutive Gestalt an, dass sie mikroskopisch klein erscheinen. Dieses Herabsinken der Gemengtheile bis zur mikroskopischen Kleinheit macht es in vielen Fällen schwierig, ein Gestein mit Sicherheit vom blossen Ansehen als ein krystallinisches oder klastisches zu bestimmen; bisweilen erhalten sogar grobkörnige klastische Gesteine aus scharfkantigen Gemengtheilen bestehend, ein täuschend krystallinisches Ansehen.

Die krystallinischen Gesteine erscheinen dem Auge als: makro-, mikro- und kryptokrystallinisch; die klastischen dem analog, als makro-, mikro- und kryptoklastisch; in letzterer Beziehung beispielsweise Konglomerat, Sandstein, Schieferthon.

Um mit Sicherheit die amorphen von den kryptokrystallinischen Gesteinen unterscheiden zu können, reicht nicht immer eine scharfe Lupe aus, und wird man sich der Dünnschliffe und des Mikroskopes bedienen müssen, um zu erkennen, dass viele sogenannte dichte Gesteine ein vollkommen krystallinisches Gefüge besitzen.

Bei den krystallinischen Gesteinen stehen die einzelnen Gemengtheile in unmittelbarer und gegenseitiger Berührung und sind meist aufs Innigste mit einander verwachsen; die klastischen Gesteine aber enthalten meistentheils ein Cement oder Bindemittel, durch welches die einzelnen Fragmente, aus denen sie gebildet sind, zusammengekittet erscheinen; dieses Bindemittel ist bald reichlich bald spärlich vorhanden und tritt in manchen Fällen so stark zurück, dass es kaum nachzuweisen ist; das Bindemittel selbst kann klastischer oder krystallinischer Natur sein.

Klastische Gesteine, die ein vorherrschend krystallinisches Bindemittel besitzen, die ferner in ihrer Masse zur Ausbildung gelangte Krystalle in

Digitized by Google

sich einschliessen, nehmen einen semikrystallinischen Charakter an, und kann man sie als krystallino-klastisch oder klasto-krystallinische Gesteine bezeichnen, je nachdem in ihnen der eine oder der andere Charakter vorwaltend ist.

Die krystallinischen Gesteine aus einer Mineralspecies bestehend, wie z. B. Quarzit, Kalkstein, Gyps, bezeichnet man mit: einfache Gesteine; gemengte Gesteine bestehen aus zwei, drei oder mehr Mineralspecies.

Die einfachen Gesteine werden auch wohl gleichartige, die gemengten ungleichartige Gesteine genannt.

Die einfachen, wie die gemengten Gesteine nehmen auch Mineralien in sich auf, welche nicht zu ihren wesentlichen Gemengtheilen gehören; dergleichen Mineralien nennt man zufällige oder accessorische Bestandtheile, im Gegensatz zu den wesentlichen Bestandtheilen, welche zur Bildung des betreffenden Gesteins unumgänglich nothwendig sind; die wesentlichen Bestandtheile vom Granit sind Feldspath, Quarz und Glimmer, accessorische dagegen unter andern Hornblende, Turmalin, Granat etc. Treten die accessorischen Bestandtheile in einem Gestein mehr häufig — weniger sporadisch — auf, so bezeichnet man sie als charakteristisch-accessorische Bestandtheile. So tritt der Olivin als charakteristisch-accessorischer Bestandtheil im Basalte auf.

In manchen Gesteinen treten Mineral-Aggregate in verschiedener Form auf und charakterisiren sich als Mandeln in den Mandelsteinen, als Drusen, Konkretionen, Nester, Trümmer und Adern. Ferner kommen in den Gesteinen häufig andere mehr zufällige Einschlüsse vor; dahin gehören in den krystallinischen Gesteinen die von ihnen nicht selten umschlossenen Fragmente anderer Gesteinsarten; in anderen Gesteinen die Ueberreste organischer Körper, welch' letzere häufig so vorherrschend auftreten, dass sie als Aggregat solcher Ueberreste zu betrachten sind.

In vielen Fällen ist der Unterschied zwischen einfachen und gemengten Steinen leicht und sicher zu erkennen; sind aber die Bestandtheile eines gemengten Gesteins nahezu mikroskopisch klein und in sehr inniger Verwachsung ausgebildet, so tritt für die Erkennung des gemengten Zustandes dieselbe Schwierigkeit ein, wie für die Erkennung des krystallinischen Zustandes in den kryptokrystallinischen Gesteinen Man kann daher solche Gesteine als phaneromere oder kryptomere Gesteine unterscheiden, je nachdem sie ihre Zusammensetzung aus verschiedenen mineralischen Bestandtheilen mit dem unbewaffneten Auge deutlich erkennen lassen, oder nicht; die kryptomeren Gesteine stellen sich dem blossen Auge wie scheinbar einfache Gesteine dar, wesshalb sie auch so genannt worden sind.

Die Formen der Gemengtheile der krystallinischen Gesteine sind in bezug auf ihren allgemeinen Formentypus sehr verschieden, und unterscheidet man eine körnige, stängliche, lamellare Struktur; der

Digitized by Google

körnige Typus zeigt ferner eckige und rundliche Körner, die gross, grob, klein und fein sein können. Beim stänglichen Typus haben die Mineral-Individuen eine vorherrschende Längendimension; sehr feine Stengel nennt man auch wohl Nadeln, oder Fasern. Beim lamellaren Typus haben die Individuen vorherrschend Längen- und Breitendimensionen, sind also nach einer Fläche ausgebreitet, und man unterscheidet hierbei Tafeln, Blätter, Schuppen und bei grösster Kleinheit, Flasern.

In vielen krystallinischen Gesteinen kommen vollständig ausgebildete Krystalle vor, in anderen Konkretionen von sphäroidischer oder lenticularer Form, meist in concentrisch-schaliger Zusammensetzung; in ihrer Mitte umschliessen sie häufig einen fremdartigen Körper, ein Sandkorn, ein kleines Muschelfragment u. dergl.; die Grösse dieser Konkretionen schwankt zwischen der von feinen Mohnkörnern, bis zu jener einer Erbse, selten treten sie nussgross auf.

Die klastischen Gesteine bestehen aus grösseren oder kleineren Fragmenten von scharfkantiger oder stumpfkantiger Form, oder aus völlig abgeschliffenen Geröllen und Geschieben, und unterscheidet man auch hier grosskörnige, grob- und feinkörnige, oder bei sehr grossen Fragmenten grossstückig, kleinstückig.

Bei den krystallinischen Gesteinen unterscheidet man weiter eine krystallinisch körnige Struktur, wie beim Granit, Syenit, Diorit, Dolerit, an manchen Quarziten, Kalksteinen, Dolomiten und Gypsen; eine krystallinisch schuppige beim Gneis, Glimmer- und Talkschiefer; eine krystallinisch schiefrige beim Thonschiefer; eine krystallinisch fasrige Struktur beim Hornblendschiefer und bei mancher Gypsart.

Sind in einer Grundmasse von einfacher meist feinkörniger oder dichter Struktur auffallend viele grössere Krystalle oder krystallinische Körner gleichmässig vertheilt eingesprengt, so nennt man solche Gesteine Porphyre; Gesteine, welche zahlreiche krystallinische Einschüsse, aber in keiner dichten Grundmasse enthalten, bezeichnet man als porphyrartige; durch Aufnahme vieler grösserer Krystalle aber wird der Granit ein porphyrartiger.

Bei manchen Gesteinen zeigen sich zahlreiche kleinere oder grössere Höhlungen, wie die Räume einer blasentreibenden Flüssigkeit; sie werden Blasenräume genannt und sind solche entweder leer oder mit einem Mineral ausgefüllt. Die Ausfüllungen gleichen wohl in ihrer Form den Mandeln und nennt man dann solche Gesteine Mandelsteine. (Amygdaloidische Struktur).

Bei den klastischen Gesteinen wird die Verschiedenheit der Struktur durch Grösse und Form der einzelnen Gesteins-Elemente bedingt; ihre Fragmente sind entweder deutlich wahrnehmbare Gesteinstücke, welche theils eckig, theils abgerundet sind; in diesem Falle haben sie Psephit-Struktur, weil sich die betreffenden Gesteine als Aggregate grösserer oder

Digitized by Google

kleinerer Steine darstellen. Erscheinen die Fragmente in Form eines groben oder feinen Sandes, so nennt man die daran hervortretende Struktur Psammitstruktur und die Sandsteine wohl Psammite. Verfeinern sich die Fragmente noch mehr, sinken sie zu der Grösse von Staub herab, so erhält das aus ihnen bestehende Gestein ein Ansehen, welches mehr oder weniger an eine erhärtete Schlammmasse, an Thon, erinnert, daher für die Struktur solcher Gesteine sich der Ausdruck Pelitstruktur verwenden lässt. Nach der Grösse der Fragmente lassen sich somit die klastischen Gesteine unterscheiden, als Psephite, Psammite und Pelite.

Die Psephite bestehen entweder aus scharfkantigen oder aus abgerundeten Gesteinstücken, und hiernach unterscheidet man Breccie und Konglomerat.

Sandsteine (Psamite) sind ein Aggregat von vorherrschend grösseren oder kleineren Quarzkörnern mit verschiedenen Bindemitteln aber meist charakteristischer Färbung, die den Konglomeraten nicht zukommt. Andere klastische Gesteine, oft locker und mürbe sind durch Anhäufung vulkanischer Eruptionsprodukte entstanden, und haben zuweilen Versteinerungen in sich aufgenommen, man nennt sie Tuffe; hierher gehören beispielsweise der Trachyttuff, der Balsalt- und Porphyrtuff etc.; andererseits belegt man mit denselben Namen auch die theils porösen, theils festen Quellenabsätze von kohlensaurer Kalkerde und spricht in diesem Sinne von Kalktuff (Travertin).

Die Pelite haben gewöhnlich eine groberdige, feinerdige oder dichte Beschaffenheit und ein so homogenes Ansehen, dass sie als scheinbar einfache Gesteine zu gelten pflegen, wie Thonschiefer, Schieferthon.

Wurden in den sich bildenden Gesteinen die einzelnen Elemente in ihrer kleinsten Vertheilung daran gehindert in die krystallinische Form überzutreten, so blieben sie gestaltlos und bezeichnet man sie mit amorph.

Erfüllt die Masse eines Gesteins stetig ihren Raum, ohne dass irgendwie sichtbare Porositäten oder Höhlungen (Cavitäten) vorhanden sind, so wird ein solches Gestein ein kompaktes genannt; erfüllt dagegen die Masse ihren Raum unstetig, enthält sie kleinere oder grössere Zwischenräume, welche leer sind, so entstehen poröse, zellige, cavernose, tubulose, blasige oder vesiculose, schlackige oder scoriose Struktur. Endlich unterscheidet man nach dem verschiedenen Grade der Konsistenz, oder des Zusammenhanges der einzelnen Elemente von Gesteinen feste, lockere oder zerreibliche und lose Gesteine,

Alle Gebirgsgesteine bestehen aus Mineraltheilen, die sich als chemische Verbindungen verschiedener Elemente, oder (wenn man nicht auf diese zurückgreifen will) als Verbindungen verschiedener zweifach zusammengesetzter Stoffe darstellen.

So nehmen an der Zusammensetzung der Erdkruste Theil:

Digitized by Google

Schwefel und Kohlenstoff, welche in mehr oder weniger verunreinigtem Zustande die Ablagerungen von Schwefel, von Graphit, Anthracit, Stein- und Braunkohlen bilden.

Hydrogenoxyd spielt nicht nur als Wasser eine äusserst wichtige Rolle, sondern bildet auch einen wesentlichen Bestandtheil vieler Gesteine und kommt so z. B. im Gyps und im Serpentin in bedeutenden Mengen vor. Als Eis tritt es perenirend in hohen Gebirgen und an den Polarländern auf.

Natron und Kali bilden wesentliche Bestandtheile mehrerer Mineralspezies, welche zur Zusammensetzung vieler weitverbreiteter Gesteine beitragen, noch wichtiger erscheinen Talk-, Kalk- und Thonerde, welche mit Kieselsäure und Kohlensäure und auch wohl Schwefelsäure verbunden, sehr verschiedene Mineralien liefern und eine höchst wichtige Rolle spielen.

Von Metalloxyden seien hier nur die Oxyde des Eisens und des Mangans zu erwähnen; Eisenoxydul, Eisenoxyd-Oxydul und Eisenoxyd sind drei wichtige Substanzen, von welchen die erstere zwar nur in Verbindung mit anderen Stoffen auftritt, die beiden anderen aber als Erze in selbstständigen Massen vorkommen, aber auch Gemengtheile anderer Gesteine bilden. Das Eisenoxyd geht überdem noch weitere vielfache Verbindungen mit anderen Mineralien ein. Dasselbe gilt auch vom Manganoxydul und vom Manganoxyd.

Von Schwefelmetallen sind hier die Eisenkiese (Pyrite) zu nennen.

Von den Säuren tritt am vorherrschendsten die Kieselsäure auf, entweder selbstständig oder als Bestandtheil anderer chemischer Verbindungen, und bildet dann eine Menge von Silicaten der vorgenannten Erden und Alkalien. Selbstständig tritt sie krystallinisch oder amorph auf, und bildet sie im ersten Falle als Quarz nicht nur grosse Gebirgsmassen, sondern auch einen wesentlichen Bestandtheil sehr vieler Gesteine; im zweiten Falle erlangt sie als Flint, Feuerstein und Opal grosse Wichtigkeit; andererseits erscheint die Kieselsäure theils als ursprüngliche, theils als das versteinernde Material vieler organischen Ueberreste. Nach der Kieselsäure behauptet den ersten Rang:

Die Kohlensäure; namentlich tritt sie massenhaft in Verbindung mit Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul auf, und bildet so dem Gewichte nach zwei Fünftel aller Kalksteingebirge.

Als dritte wichtige Säure ist die Schwefelsäure in ihrer Verbindung mit Kalkerde (Gyps, Anhydrit) zu nennen; dann aber auch ist das Chlor als ein Bestandtheil des Kochsalzes hier in Erwähnung zu bringen.

Die Entstehungsweise der Gesteine hat bisher verschiedene, vielfach sich widersprechende Auslegungen gefunden und es haben sich die Neptunisten, Vulkanisten oder Plutonisten über diese Frage immer noch nicht zu einigen vermocht.

Digitized by Google

Die Ansicht der Werner'schen Schule, dass alles Stoffliche, woraus die Erde besteht, zuerst in wässeriger, chaotischer Auflösung sich befunden habe, ist so ziemlich ganz aufgegeben, Fuchs glaubt den festen Theil der Erde aus einer weichen, von Wasser durchdrungenen amorphen Masse (Magma) entstanden, aus der das Urgebirge auskrystallisirte. Bischof behauptet, dass jedes krystallinische Gestein, möge es ursprünglich feuerflüssig, schlammähnlich, oder starr gewesen sein, seine krystallinische Ausbildung erst später und zwar durch Wasser erhalten habe.

Die trotz aller Angriffe noch jetzt herrschende plutonische Theorie basirt auf Laplace's Hypothese, der das ganze Sonnensystem durch Abkühlung und dadurch bewirkte Verdichtung einer chaotischen Nebelmasse entstanden denkt, eine Theorie, die auch in kurz verflossener Zeit in Redenbacher ihren Vertreter gefunden hat.

Nach dieser Theorie ist die Erde ein Theil dieser verdichteten Nebelmasse und war so lange, nachdem sie schon selbstständig um die Sonne kreisste, eine feurig flüssige Kugel, die ein mächtiger Dunstkreis umgab. Nach und nach durch Ausstrahlung in den Weltraum sich abkühlend umgab sie sich mit einer äussern Erstarrungsschichte, die man sich jedoch nur von mässiger Festigkeit vorzustellen hat. Jedenfalls befand sich die Aussenseite unserer Erde sowohl während, als nach ihrer Erstarrung in einem lang andauernden und tief eingreifenden Konflikt, der aus dem Kampfe zwischen Feuer und Wasser herrührend und eine fortgesetzte lang währende Rolle spielte; hohe Temperaturgrade, überhitztes Wasser und Wasserdämpfe dann starker Druck sind ohne Zweifel die Ursache, dass auf der sich konsolidirenden Erdoberfläche ein erhitztes breiartiges aber flüssiges Magma sich bildete, das alle jene Bestandtheile einschloss, aus welchen sich, nach Verminderung des Drucks und der grossen Hitze, unter Ausscheidung von Wasser jene Krystallisationsprozesse geltend machen konnten, welche die Bildung des Urgebirgs mit seinen krystallinischen Schiefern und Massengesteinen einleitete.

Da die Bildung sämmtlicher Gesteinsmassen sehr langsam fortschreitend angenommen werden muss, das Magma durch Auskrystallisirung von bestimmten Mineralbestandtheilen sich veränderte, und im Verlaufe der Zeit auch unter Aenderung in bezug von Wärme und Atmosphärendruck der Fall war, so ist es erklärlich, dass sich im Verlaufe der Zeit Aenderungen in der Gesteinsbildung ergaben, welche nicht nur auf die Beschaffenheit ihrer Mineralbestandtheile, sondern auch auf Ablagerung und Schichtung von Einfluss waren.

Je mehr aber die Abkühlung voranschritt, je mehr ging der bei der Erstbildung der Gesteine vorwaltende hydato-pyrogene Bildungsprozess in den später vorwaltenden pelitischen über, und während früher die chemischen Kräfte fast ausschliesslich zur Gesteinsbildung thätig waren, tritt ein Zurücktreten dieser Kräfte ein, und es erfolgt unter Vermittelung

Digitized by Google

nach und nach sich entwickelnder Organismen ein Zustand, in welchem die mechanischen Gesteinsbildungen die vorherrschende wird[1]).

Bei der Entwickelung der organischen Gebilde entstanden zuerst Algen und Sumpfpflanzen mit ihnen niedere Meeresthiere, dann entwickelten sich höher organisirte Geschöpfe und nahmen diese zuerst Besitz vom Wasser, dann vom Lande, endlich auch von der Luft!

Auf einzelnen Inseln, die sich über dem die Erde umfluthenden Ocean erhoben, trat die erste Schöpfung von Landpflanzen auf und erfolgten die weiteren Sedimentbildungen bei Abnahme der Erdwärme, beim Wechsel von Faunen und Floren, bis endlich die Erde ein Wohnplatz des Menschengeschlechtes werden konnte, während gleichzeitig der Erguss eruptiver Gesteine aus dem Innern der Erde fortbestand.

Diese Theorie wurde 1795 durch Hutton und James Hall in Schottland weiter begründet und haben sich derselben auch Werner's grösste Schüler, Buch, Humboldt und Weiss angeschlossen. Von besonderm Werthe waren aber die Forschungen Lyell's und de la Beche, welche den Satz begründeten, dass man alle Thatsachen aus den früheren Epochen der Erdgeschichte möglichst den jetzigen Verhältnissen analog zu erklären habe, und dass es nicht zulässig sei, Vorgänge anzunehmen, welche den allgemein gültigen Gesetzen der Physik und Chemie widersprechen. Auf diese Weise wurde das Moment der sehr langen Zeitdauer in die Geologie gebracht, und das System der gewaltsamen Durchbrüche eines feuerflüssigen Erdkerns, überhaupt die Lehre von den gewaltsamen Katastrophen, die sich zeitweilig wieder hebend, jedesmal eine neue Aera anbahnten, für immer beseitigt.

Die „neptunische" Entstehung der Gesteine hat in der G. Bischof'schen Schule[2]) an Vogler[3]) und Mohr[4]) die wärmsten Vertreter gefunden; durch diese wurde der wichtige Nachweis geliefert, dass die in der Natur vorkommende Kieselsäure nur aus wässeriger Lösung entstanden sein könne, ja selbst der Basalt und andere durch Lagerung und Beschaffenheit als vulkanisch sich dokumentirende Gesteine seien „neptunischen" Ursprungs; von dieser Seite werden überhaupt so ziemlich alle bisher als positive Wahrheit gegolten habenden Anschauungen über die Bildung unsrer Erde in Frage gestellt!

Für Gesteinsmassen, die in einer Weise mit einander so verbunden sind, dass man von ihnen annehmen muss, sie seien in derselben Epoche gebildet, und die auch an den entferntesten Orten der Erde dieselben Verhältnisse in Lagerung und Gesteinszusammensetzung zeigen, benützt man den Namen Formation.

---

[1]) Gümbel, geogn. Beschreibung des Ostbayer. Grenzgebirges.
[2]) Bischof, Geologie II. Aufl.
[3]) Vogler, Erde und Ewigkeit.
[4]) Mohr, Geschichte der Erde.

Digitized by Google

Da man nun annimmt, dass ein Theil der uns bekannten Gesteine, aus dem Erdinnern stammend, durch Eruption an die Erdoberfläche oder doch in die äussersten Regionen der Erdkruste gelangt ist, ein anderer Theil aber als Sedimente auf den Boden des Meeres oder anderer Wasserbassins abgesetzt wurde, so lassen sich die Formationen zunächst in zwei grosse Hauptgruppen scheiden, und zwar in das Urgebirge, (pyrogene) oder primitive Gesteine und in die Versteinerungen führenden Sedimentbildungen (Flözformation), hydrogene oder secundäre Gesteine.

Da sich zwischen diesen primitiven und secundären Bildungen mehrere Gesteinsgruppen befinden, die abwärts zum theil ohne scharfe Grenze in das Urgebirge, aufwärts ebenso allmälig in die Sandsteine und Thone der Sedimentbildungen übergehen, so nimmt man auch eine Uebergangsperiode zwischen beiden Hauptklassen an. Endlich glaubte man in den Versteinerungen führenden geschichteten Gebilden wieder einen zweifachen Hauptcharakter erkennen zu können, und bezeichnete einen Theil derselben, die jüngsten unserer Zeit am nächsten stehenden Formationen, als tertiäre; an diese reihte man dann die oberflächlichsten Erdlagen an, welche ersichtlich durch noch später erfolgte gewaltsame und ruhige Anschwemmungen entstanden sind, und welche entweder als Diluvial- oder Alluvial-Gebilde, oder als der Quartär- oder Novär-Formation angehörig bezeichnet werden; für die Alluvial-Gebilde, die der Neuzeit, der Epoche des Menschen und der gegenwärtigen Schöpfung angehören, ist auch die Bezeichnung recente Bildungen vielfach in Brauch.

Schreiten wir nun zur Betrachtung der einzelnen Gesteine dieser hier nur im grossen Ganzen aufgeführten Formationen, so erscheint es für die Zwecke dieses Buches nothwendig, eine möglichst übersichtliche Klassifikation zu wählen, die das umfassende Material der natürlichen Gesteine und Erden in einige wenige Gruppen zergliedert zusammenfasst; wir nehmen vier Hauptabtheilungen an und zwar:

I. Primitive versteinerungslose Felsarten.

II. Versteinerung führende schichtige Felsarten. (Secundäre oder Flözformationen und tertiäre Formationen).

III. Konglomerate (Trümmergestein) und Tuffe.

IV. Lose Gesteine und Erden.

Digitized by Google

I. Primitive versteinerungslose Felsarten.

Diese lassen sich wieder in zwei weitere Hauptgruppen scheiden; sie stehen aber in vielfachem Zusammenhang und sind zum theil bei gleichen Gemengtheilen nur ihrer Struktur nach von einander unterschieden; alle sind krystallinisch:

A. Massige ungeschichtete Gesteine (Massengesteine).
B. Krystallinische Schiefer.

A. Massige ungeschichtete Gesteine.

(Massengesteine.)

Die Gesteine dieser Klasse lassen sich, je nachdem sie in der Tiefe oder an der Oberfläche der Erde vorkommen, in plutonische und vulkanische zergliedern; zu den plutonischen gehören diejenigen eruptiven Gesteine, welche ohne Mitwirkung eigentlicher Vulkane gebildet sind, und gehören hierher die Granite; die Syenite, Diorite, Diabase; dann Serpentin, Gabbro, Eklogit. Als älteste Eruptions-Gesteine kann man diese als azoische Massengesteine bezeichnen; an diese reihen sich die in gleicher Weise gebildeten mesozoischen Massengesteine jüngeren Alters als die ersteren an, und umfassen die Porphyre und zwar Felsitporphyr, Melaphyr und Augitporphyr.

Zu den vulkanischen Gesteinen gehören die Gruppen der Trachyt- und Augitgesteine endlich die der Laven; erstere Gruppe umfasst: Trachyt, Phonolith, Pechstein, Perlstein, Obsidian, Bimsstein, letztere Gruppe umfasst: Dolerit, Basalt und schliesst mit den posttertiären Laven ab. Da diese als die jüngsten eruptiven Massengesteine angesehen werden, so bezeichnet man sie auch wohl mit dem Ausdruck: känozoische Massengesteine.

1. Die Granite.

Der Granit ist ein krystallinisch körniges Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer. Die Grösse der Gemengtheile und die Quantitätsverhältnisse in denselben sind sehr verschieden; es giebt grobkörnigen bis feinkörnigen Granit; in der Regel herrscht der Feldspath vor, während bei andern mehr oder weniger der Quarz sich geltend macht, auch wohl stark zurücktritt. Die Farbe des Granits richtet sich nach der Färbung seiner Gemengtheile; da der Feldspath vorherrschend im Granit auftritt, so wird die Farbe desselben auch die vorzugsweise bestimmende sein. In den meisten Graniten treten zweierlei Feldspathe auf; der eine ist der Kalifeldspath oder Orthoklas, der, von bald rother, bald weisser Farbe, aber

Digitized by Google

auch grau, selten gelb und grün, nicht selten in vollständigen Krystallen oder Zwillingen, meist aber in unbestimmt begrenzten krystallinisch blättrigen Körnern mit Perlemutterglanz auf dem Hauptbruch, vorkommt. Neben ihm tritt in verschiedenen Mengen ein kieselärmerer, kalkhaltiger und daher leichter schmelzbarer Feldspath, der Oligoklas, auf, der oft schon durch seine meist weisslichen oder grauen Farben, durch geringes Durchscheinen und Glanz, insbesondere aber durch die beim Reflektiren des Lichts auf seine Bruchfläche erkennbare, parallele Zwillingstreifung vom vorigen zu unterscheiden ist. Der Quarz ist meist grau, bricht muschlig und glänzt glas- oder fettartig, meist derb oder körnig; nicht selten füllt er die Zwischenräume zwischen den anderen Bestandtheilen aus. Vom Glimmer, der an Menge am meisten zurücktritt, kommen zwei, durch ihre lebhaft glänzenden, leicht spaltbaren Krystallblätter erkennbare Arten vor; ein lichter oft silberweisser Kaliglimmer, und ein dunkler vorherrschend brauner, nicht selten in mehrseitigen kurzen Säulen oder Tafeln krystallisirender Magnesiaglimmer; seltener findet sich grüner Glimmer. Somit ist die Variation der Farbe der Granite eine vielfache. Als zufällige Beimengungen finden sich in diesem Gestein Hornblende, Turmalin, Granat, Pinit, Andalusit, Beryll, und von Metallen Eisenglanz und Zinnerz. Durch eingewachsene Feldspathkrystalle, die einzeln in seiner Grundmasse vertheilt erscheinen, entsteht der porphyrartige Granit; tritt Hornblende charakteristisch im Granit auf, so erhalten wir den Hornblende- oder Syenit-Granit.

Rother orientalischer Granit hat vorherrschend rothen Feldspath (Orthoklas) und Hornblende neben seinen anderen Gemengtheilen. Schörlgranite sind reich an Schörl (Turmalin); den durch grünes Steinmark und grünen Glimmer charakterisirten Granit nennt man Protogyn.

Pegmatite heissen die grosskörnigen Granite mit silberweissem Glimmer und häufigem Turmalin und sonst reich an andern mineralischen Einmengungen. Schriftgranit ist ein ebenfalls grobkörniges aber sehr glimmerarmes Gestein, dessen Orthoklaskrystalle parallel verlaufend regelmässig durch langgestreckte Quarzlamellen so durchsetzt sind, dass ihr Querbruch wie mit Keilschriftzügen bedeckt erscheint. Granitello oder Halbgranit ist feinkörniger, sehr glimmerarmer, oft sandsteinähnlicher Granit.

Die Protogyne zeichnen sich durch Auftreten von eisenoxydhaltigem Glimmer und einem hellgrünen talkähnlichen Minerale oder Steinmark aus, welch' letzteres dem ganzen Gestein eine lebhaft grüne Färbung giebt.

Mannigfach sind die Uebergänge des Granits in andere Gesteine, so durch Zurücktreten des Feldspaths in Greisen, welches Gestein vorherrschend aus Quarz und Glimmer besteht und von Zinnerz oft begleitet ist; ebenso der des Schörlgranits in Schörlquarzit, der des Hornblendegranits durch Zurücktreten des Glimmers und Feldspaths aus dem Gemenge

Digitized by Google

in Syenit, des feinkörnigen Granits in Eurit und Granitporphyr. Ordnet sich der beim Granit regellos durch die Masse gestreute Glimmer in regelmässigen Streifen und Lagen, so entstehen die Uebergänge durch Gneisgranit in Gneis.

Der Granit erscheint als ein Hauptglied des Urgebirges, an welches sich die krystallinischen Schiefer, die verschiedenen Trapp- und Feldspathgesteine anreihen; er kommt in grossen Bergmassen vor, jedoch auch in sogenannten Gängen und Lagern; er gehört den eruptiven Gesteinen an, die in den verschiedenen Formationen andere Gesteine durchbrochen haben; Gänge von Granit in schiefrigen Gesteinen sind eine gewöhnliche Erscheinung. So findet man die Thonschiefer oft durch ganze Netze von Granitadern durchsetzt und muss dabei die Annahme machen, dass dieser Granit bei seiner Eruption sehr dünnflüssig gewesen sei; solche Dünnflüssigkeit lässt sich da annehmen, wo der Granit wie eine flüssige Masse dem Erdboden entquoll und sich an der Oberfläche gleich einem Lavastrome ausbreitete. Andere eruptiven Granite scheinen im Gegensatz zu diesen beinahe als feste, andere als dickflüssige Masse aus dem Innern der Erde hervorgehoben zu sein.

Durch die Eruption sind die Gesteine der Umgebung vielfach metamorphosirt und der Granit erscheint in den Gängen und an den Berührungsflächen der durchbrochenen Gesteine meist viel feinkörniger, als im Innern seiner grössern Massen, und diese Veränderung der Aggregationsstruktur beruht offenbar nur darauf, dass die im breiigen Flusse befindliche Granitmasse längs der Berührungsfläche weit schneller erkaltete und deshalb in kleinern Krystallen anschoss, als im Innern der Massen, wo die Krystallisation bei langsamer Erkaltung grössere Elemente liefern konnte.

Bei den eruptiven Granitgängen durch Jurakalk zeigt letzterer sich an den Grenzflächen in krystallinischen Kalk (Marmor) umgewandelt.

Oft sind ältere Granitmassen durch neuere durchsetzt; so bietet die unmittelbare Umgegend von Heidelberg in den Felsen, auf welchen das Schloss steht, drei Modifikationen verschiedenartiger Granite dar, welche zu verschiedenen Zeiten eruptirten.

Der Granit bildet mit die höchsten, sehr umfangreichen Gebirgsstöcke, oft mit charakteristisch kugelförmigen Kuppen, von meist sanfter Wölbung, die oft metertief von Grus bedeckt sind; in den Schweizeralpen bilden die Granitmassen oft scharfe kühne Zacken, steile Abhänge; oft sind die Gipfel der Granitberge mit grossen mehr oder weniger abgerundeten Granitblöcken bedeckt, welche, oft zu Tausenden regellos übereinandergestürzt, ein Haufwerk von Felstrümmern bilden, dessen Grossartigkeit und wilde Unordnung bisweilen einen erstaunlichen und fast erschreckenden Eindruck macht. Solche Erscheinungen bietet das bei dem Alexanderbade liegende imposante Felsenmeer der Louisenburg im Fichtelgebirge, wo ungeheure

Digitized by Google

Felsmassen übereinander gethürmt, untereinander geworfen, oft in den gefährlichsten Stellungen, das Uebergewicht ihres Schwerpunktes androhend, unter den verschiedensten Winkeln aneinander gelehnt, hohe und steile Trümmerhaufen, enge Schluchten, kühle Grotten, unheimlich dunkle Gänge, und eingeschlossene Räume entstehen liessen. Solche Felstrümmer führen dann wohl die Namen Teufelsmühlen, Hexenkanzel, Hexenaltar; im Odenwald, dem Schwarzwald und den Vogesen und andern granitischen Gegenden bilden sich meist rundliche Massen mit sanften Abhängen, flachen Thälern und kuppelförmigen Erhebungen. Im allgemeinen lehnen sich die übrigen Gesteine von allen Seiten her auf die Granitmassen auf, welche meistens keine Spur von Schichtung zeigen, oft aber allmählig in Gneis übergehen; hierbei nehmen sie Parallelstruktur an, zeigen parallele Sprungflächen und lassen sich gleichmässiger spalten.

Die Granite waren im Verlaufe der Zeit vielfachen Zerstörungen ausgesetzt; abgelöste gigantische Felstrümmer zerfallen mechanisch nach und nach zu einem Haufwerk kleinerer Blöcke, die dann weiter einen grobkörnig scharfen Grus und dann endlich einen granitischen feinen Sand bilden. Solche Gebilde haben oft eine mächtige oberflächliche Ablagerung und liefern ein treffliches Material für die Mörtelbereitung (s. d.). Wird dergleichen Grus oder Sand durch ein infiltrirtes Cement verkittet, so entsteht ein festes Gestein, der sogenannte regenerirte Granit. Solch ein granitischer Grus hat aber auch oftmals zur Bildung von Sandsteinen Veranlassung gegeben, welche sich dann unmittelbar über den Granit absetzten, und so einen förmlichen Uebergang aus dem Granit zu den ältesten Sandgesteinbilden nachweisen.

Tritt beim Granit eine chemische Zersetzung und zwar der feldspathigen Bestandtheile auf, so ergiebt ein solcher Prozess die Bildung von Porzellanerde oder Kaolin. Solche Kaolinbildungen aus Granit in sehr umfangreichem Grade befinden sich bei Carlsbad, unweit Limoges in Frankreich und an mehreren Orten von Cornwall und Devonshire in England. Die kaolinbildenden Granite werden stets von anderen Graniten eingeschlossen, und lässt sich ihr Zersetzungsgrad in allen Stadien verfolgen.

Schöne Granite liefert auch das bayrische Waldgebirge aus der Gegend von Zwiesel und Bodenmais in Niederbayern bis in die Gegend von Passau; auch im Fichtelgebirge kommt der Granit fast überall vor und bildet im Zusammenhang mit dem Böhmerwald, dem Erzgebirge und den Sudeten einen mächtigen Stock von mehreren tausend Quadratmeilen. Der Granit des Riesengebirges ist meist Granitit, der nach Rose aus rothem Orthoklas, reichlichem Oligoklas, wenig Quarz und wenigem Glimmer besteht; das gleiche Gestein liefert der Brocken (Harz) und der thüringer Wald bei Ruhla, Buxterode und Ilmenau. Noch mächtiger erscheint er in der Centralkette der Schweizeralpen; er ist die vorherrschende Steinart des Montblanc, der Grimsel, des Gotthart etc., er kommt im Osten des

Digitized by Google

Brenners, sowie im Salzburgischen am Gross-Venediger vor; die Pyrenäen, der Ural, das Himalaja-Gebirge bringen uns den Granit in den höchsten Höhen, ausserdem ist er über die ganze Erde verbreitet, sehr vorherrschend in Süd- und Nord-Amerika wie auch in Central-Afrika.

Der Granit hat als Baumaterial eine sehr hohe Bedeutung, zeichnet sich aus durch grosse Härte, widersteht selbst in seiner Politur, die er leicht annimmt, der Witterung mehrere hundert Jahre; er wird entweder in Steinbrüchen gewonnen, oder man verwendet die Findlinge, die oft die Vorberge der granitischen Gebirge bedecken, auch sonst noch vielfach als erratische Blöcke über unsere Erde verbreitet sind, zur Bearbeitung.

Die Verwendung des Granits ist eine sehr vielfache, indem er dem Strassen-, Wasser- und Hochbau dient; Ober- und Unterbau werden bei Kunststrassen vortheilhaft von diesem Material hergestellt; Strassenpflaster besonders in Würfelform ist äusserst geschätzt, sowie geschnittene Granitplatten zur Herstellung von Trottoirs. Ufermauern bekleidet man, wo dies zu haben ist, mit Granitplatten, erbaut Brücken davon, so die Waterloo-Brücke in London, die Newabrücke in Petersburg, die Alcantarabrücke, aus der Zeit Kaiser Trajans, in Spanien, welch' letztere, also vor achtzehnhundert Jahren gebaut, noch im besten Zustande sich befindet. Vorzügliche Dienste leistet der Granit bei Konstruktionen von Wasserbassins, Wasserbehältern und Wasserstuben, da in denselben das Wasser sehr frisch sich erhält.

Im Hochbau verwendet man den Granit, in vorherrschend granitischen Gegenden, wohl selbst zum Häuserbau, bessere Dienste leistet er jedoch dem Grundbaue; mit grossem Vortheil dient er den Fortifikationsbauten, wird dann ferner vielfach zu Treppenstufen, zu Sockelplatten, Fenster- und Thürgewändern etc. benutzt. Die grösste Anerkennung fand aber der Granit schon im frühsten Alterthume bis in die neueste Zeit bei Anwendung von Monumental-Architektur. So berichtet Herodot: II. Buch Cap. 175: „Was ich darunter nicht zum wenigsten, sondern zum meisten bewundere ist, dass er (Amasis 570 v. Chr. n.), ein Haus aus Einem Stein von der Stadt Elephantine (die von Sais eine Fahrt von 20 Tagen entfernt ist) herbeischaffte, wozu man 3 Jahre brauchte und wozu 2000 Männer an der Zugarbeit angestellt waren und zwar sämmtlich Steuermänner aus der Schifferkaste. Diese Kammer hatte aussen 21 Ellen in der Länge, 12 in der Breite und 5 in der Höhe. Dieselbe steht am Eingange des Heiligthums. Denn in das Heiligthum hinein, behauptet man, sei sie deswegen nicht gezogen worden, weil der Baumeister der Kammer, während man daran zog, über den grossen Zeitaufwand aus Ueberdruss am Werke aufgeseufzt habe, worüber der König im Innern sich so betroffen fühlte, dass er nicht mehr fortziehen liess. Wiederum sagen auch einige, es sei ein Mensch, der am Hebelwerke mitarbeitete, dabei umgekommen und daher sei sie nicht hineingezogen worden."

Digitized by Google

Als das staunenswertheste Werk der alten Aegypter bezeichnet Diodor von Sicilien die aus Granit hergestellte Bildsäule des Königs Osymandyas, welche von dem Bildhauer Memnon, dem Syeniten, angefertigt wurde. Diese kolossale Figur, sitzend vorgestellt, hatte eine Höhe von 14,47 m.[1]).

Die grösste Säule aus Granit ist jene in Alexandria, nach Pompejus benannt; der Schaft aus schönem rothen Granit hat eine Höhe von 20,49 m., bei einem unteren Durchmesser von 2,71 m., und repräsentirt ein Gewicht von 282 645 Kilogr.

Ueberhaupt waren es die alten Aegyptier, die Staunenswerthes in bezug auf Anwendung und Ueberwältigung des Granites leisteten, was die vielen Obelisken beweisen mögen; der Obelisk von Luxor, jetzt auf dem Konkordeplatz zu Paris, 50 m. hoch, ist in einem Stück gebrochen, und von oben bis unten mit ungemein scharfen Reliefs versehen, bei welchen die kühne Hand des Meisters die Härte des Materials mit Leichtigkeit überwunden zu haben scheint. Die Römer hatten viele Granitsäulen aus Aegypten und brachten sie nach Rom, während sie den Granit zu Prachtbauten auch selbst verarbeiteten. Die Thürme der chinesischen Mauer sollen aus Granit bestehen. Die neuesten grossartigen Arbeiten aus Granit sind wohl die 52 Säulen (Monolithen) in der Kasan'schen Muttergotteskirche in Petersburg, jede 8,5 m. hoch mit 1 m. unterm Durchmesser; dann das Fussgestell, worauf die Bildsäule Peters des Grossen, ebenfalls in Petersburg, steht, ist ein feinkörniger Granit; die Basis des Fussgestelles misst in der Länge 12,5 m. in der Breite 10,8 m., die Höhe ist 6,3 m.; demnach wiegt dieses Piedestal circa 2 750 000 Kilogr., eine Last, die wohl als die schwerste, die in der neuern Zeit bewegt ward, betrachtet werden muss; auch die allerneuste Zeit hat den Granit zur Anwendung gebracht; wir nennen hier die grosse Granitvase vor dem Berliner Museum, sie wiegt 75 000 Kilogr., hat einen Durchmesser von 6,6 m. und wurde aus einem Granitgeschiebe, das in den Rauenschen Bergen bei Fürstenwalde gefunden wurde und 7,8 m. lang, 7,5 m. breit und 8,1 m. dick war, herausgearbeitet; auch die Friedenssäule zu Berlin 7,5 m. hoch, 1,2 m. im Durchmesser wurde aus einem, in der Mark gefundenen, erratischen Block herausgehauen; der Sockel des Radetzki-Monuments in Prag hat 11 000 Kilogr. Schwere; ferner wurden in den Hauzenberger Brüchen bei Passau die Säulen gebrochen, die in der Kehlheimer Befreiungshalle zur Anwendung kamen; bei dieser Gelegenheit wurden Bänke aufgedeckt, die eine Länge von über 30 m. ergaben und deren Durchmesser annähernd auf 4,5 bis 6 m. geschätzt ward.

Umfassende Anwendung wurde dem Granite zu theil beim Bau des

[1]) Diodor lib. I Cap. 47 u. 48; nach neueren Forschungen wird dem Diodor hier eine Verwechselung nachgewiesen; die von ihm gegebenen Schilderungen beziehen sich sammt und sonders auf die grossartigen Bauten, die dem Grabdenkmale des Königs Ramses II (1392—1326 v. Chr.) angehören.

Digitized by Google

neuen Politechnikums in München; zur Verkleidung der Facaden und zum Bau der Haupt- als wie der Nebentreppen wurden die Granite von der Louisenburg bei Wunsidel, Epprechtstein, von Hauzenberg bei Passau, von Reuth bei Selb verwendet, während die Säulen des Haupttreppenhauses aus dem schönen rothen Granit von Ruhla im Thüringerwalde angefertigt sind. Das vielfache Material zu Münchens Pflasterung wird durch die Vilshofer Granitgesellschaft und durch die oberpfälzische Granitgesellschaft in Nabburg bezogen; auch die Steinbrüche von Hirschling und Regensburg, Hauzenberg und Fürstenstein bei Passau liefern gute Rand- und Pflastersteine, ebenso die Scherdinger Gesellschaft Pramhof, die auch fast ausschliesslich die Stadt Wien mit diesem Material versorgt.

In Russland verfertigt man aus Granit Mühlsteine zu Kornmühlen, auch mahlt man auf gleiche Weise Smalteglas in den Glasfabriken.

Die Güte des Granits beurtheilt man nach dem Korn, welches er zeigt; das kleinkörnige wird wohl dem fein- und grobkörnigen vorgezogen, ferner hält man den Granit für den besseren, in dem Quarz am stärksten vertreten ist; endlich beurtheilt man in vielen Fällen den Granit nach der Schönheit seiner Farbe, die, wie schon früher erwähnt wurde, sehr verschieden auftritt. Hat man hierdurch auch einige Anhaltepunkte zur Beurtheilung der Güte des Steins, so kann es doch vorkommen, dass ein anscheinend ganz guter Granit als ganz schlecht sich erweist; es giebt nämlich Gesteinsmassen, die z. B. durch Hebungen vielfach zerklüftet sind und vielfache Haarrisse besitzen, die mit blossem Auge nicht zu erkennen sind; solche Gesteine sind nicht frostbeständig; das Regen- oder Bergwasser nämlich dringt dann in die vorhandenen Spalten und Ritzen der Felsmasse ein, gefriert daselbst und vermag dann in diesem seinen krystallisirenden Zustande, die härtesten Felsmassen zu sprengen. Dieses Verhalten des Gesteins kann sicher durch keinen andern Prüfungsweg entdeckt werden, als auf dem Wege der unmittelbaren Erfahrung, indem der Stein wirklich den Wirkungen des Frostes längere Zeit hindurch ausgesetzt bleibt.

2. Syenit,

für den Syenites von Syena des Plinius gehalten, ist ein krystallinisch körniges Gemenge von Feldspath und Hornblende; in neuerer Zeit beschränkt man den Namen auf diejenigen Gemenge, in welchen der Feldspath vorherrschend Orthoklas ist und der zwillingsstreifige Oligoklas ganz fehlt oder nur untergeordnet vorkommt; der Quarz fehlt im echten Syenit meist vollständig. Der meist im Gemenge vorwiegende Orthoklas ist roth, fleischroth, auch grauröthlich, dann oft blau schillernd, selten weiss. Die Hornblende schwärzlich grün bis schwarz, das Gemenge meist grob- oder mittelkörnig, selten feinkörnig, dann in Aphanit verlaufend, mit Grünstein zu verwechseln. Kommen grössere Orthoklaskrystalle darin vor, so geht

Digitized by Google

das feinkörnige Gestein in quarzfreien Orthoklasporphyr (Syenitporphyr) über. Durch Ausscheidung grosser Orthoklaskrystalle wird er porphyrartig. Oft führt der Syenit dunklen Magnesiaglimmer mit sich, bei dessen Auftreten die Hornblende zurücktritt; fehlt letztere ganz, so hat man das Gemenge von Orthoklas, Oligoklas und grünen Magnesiaglimmer, und nennt es Glimmersyenit. Mengen sich dagegen Quarzkörner bei, so entsteht der Syenitgranit oder Hornblendegranit, völlige Uebergänge in den ächten Granit bildend. Durch lagenweise Anordnung der Hornblende und des Glimmers entsteht ein gneisartiges Gestein. Als Beimengungen erscheinen der gelbe und braune Titanit, Granat, Epidot, Magneteisen und Schwefelkies; zu den interessanten Beimengungen gehören Zirkon, Eläolith, im sogenannten Zirkonsyenit.

Der Syenit erscheint theils in ganzen Bergen, theils in schmäleren Stöcken und Gängen, in Gemeinschaft und umschlossen von verschiedenen Gesteinsformationen. Wir finden ihn an der Bergstrasse, vorzüglich bei Weinheim und in der Gegend von Auerbach im Odenwald, dann in den Vogesen; im Thüringerwalde tritt der porphyrartige Syenit vorwiegend bei Zella, Ilmenau, Brotterode auf; während im Plauenschen Grunde bei Dresden der Syenit aus dunkel fleischrothem Orthoklas und schwarzer Hornblende besteht; reich an Syeniten ist ferner das Erzgebirge besonders in der Gegend von Meissen und der Harz an der sogen. steilen Steige. In Bayern bei Redwitz, Reuth, um Schönberg bei Passau, dann zwischen Schornreit und Erbendorf, auch in Regen. Ausser Deutschland sind Norwegen, Schottland, das Veltlin und Ungarn als Fundorte für den Syenit zu bezeichnen.

Der Syenit hat als Baumaterial eine fast noch höhere Bedeutung wie der Granit, ist ausgezeichnet durch vorzügliche Härte, Politurfähigkeit, Festigkeit, unverwüstliche Dauer und schöne kräftige und lebendige Färbung. Im tiefsten Alterthume verwendeten besonders die Aegypter den Syenit zu Kunstbauten; diese bezogen ihn aus der Nähe von Syena, dem heutigen Essen oder Assuan in der Landschaft Thebais, und von diesem Orte empfing dies Gestein seinen Namen. Plinius erzählt von Syenites, dass ehemals die Könige gewissermassen wetteiferten Spitzsäulen daraus zu machen, die sie Obelisken nannten und welche der Sonne geweiht waren. Besonders hat König Rhamsesis, unter dessen Regierung Ilion erobert wurde, unter andern Obelisken zwei aufstellen lassen, dessen eine Höhe 140, dessen andere 120 Cubitus[1]) ausmass; an letzterem arbeiteten 120 000 Menschen; der König[2]) selbst band, als er im begriff war ihn aufzustellen und besorgte, dass die Werkleute nicht stark genug für die Last seien, um durch die grössere Gefahr den Werkleuten vermehrte Sorgfalt

[1]) cubitus der Vorderarm, ein Längenmass = 1,4139 Fuss rhein.

[2]) Cheops 1182—1132 nach Herodot Liber II. Cap. 124 u. 125.

Digitized by Google

zu empfehlen, seinen Sohn an die Spitze, damit die Sorge um dessen Erhaltung von Seiten der Arbeiter auch dem Steine zu gut komme (Plinius XXXVI. Buch, 14. Cap.). Im 17. Cap. sagt er unter anderem, die grössten Pyramiden bestehen aus arabischen Steinen; 360 000 Menschen sollen sie binnen 20 Jahren erbaut haben, drei andere aber in 78 Jahren 4 Monaten; beim Bau einer Pyramide seien für Rettig, Knoblauch und Zwiebeln 1600 Talente (2 200 000 Reichsthaler) verausgabt worden. In Deutschland befinden sich zwei kolossale Säulen, die aus Syenit ausgeführt sind, die eine in der Gegend von Auerbach, die andere im Heidelberger Schloss, angeblich vom Palaste Karls des Grossen zu Ingelheim herstammend. — Die Stadt Dresden hat Strassenpflaster von rothem Syenit; wie überhaupt der Syenit dem Granit gleich ist in bezug auf Bearbeitung und Verwendung. Sehr schöne Arbeiten liefert Erhardt Ackermann von Weissenstadt in Ober-Franken und haben solche weit und breit die höchste Anerkennung erfahren.

3. Diorit

ist ein inniges Gemenge von Hornblende und Feldspath, welch' letzterer früher als Albit erkannt wurde; neue Analysen haben aber nachgewiesen, dass es eine kieselärmere Spezies ist, in dem Diorit der Vogesen Andesin, in anderen der kalkhaltige Oligoklas; nicht selten sind Quarzkörner in ihm eingemengt, auch Glimmer, bei dessen häufigem Auftreten das Gestein zu Glimmerdiorit wird. Die beiden wesentlichen Bestandtheile sind selten in gleichen Mengen vorhanden, meist ist die Hornblende vorherrschend, weshalb auch das Gestein in der Regel dunkelfarbig erscheint. Die Struktur ist körnig in allen Graden, grosskörnig bis feinkörnig und dicht; durch Parallelschichtung entsteht der Dioritschiefer.

Treten in einer dioritischen Grundmasse Krystalle von hellgrünem Oligoklas und Hornblende auf, so erhält man den Dioritporphyr. Eine weitere Abart ist der Kugeldiorit, ein durch seine sphäroidische Struktur ausgezeichnetes dioritähnliches Gestein mit vorherrschend graulich weisser Anorthit-Feldspathmasse, die häufig in Korsika vorkommt.

Den gewöhnlichen Diorit findet man ziemlich häufig in Geschieben und Rollstücken; es kommen solche vor im Fichtelgebirge, im Harz, sowohl an der Rosstrappe wie auch bei Hohne; im Thüringerwalde durchsetzen die Diorite den Glimmerschiefer und ältere sedimentäre Schichten; im Nassauischen, im rheinischen Schiefergebirge. Kleinere Dioritmassen finden sich bei Boppard und Kürenz unweit Trier in der Devonformation. Ferner kommt dieses Gestein im Schwarzwalde war, im Gneise des Rosskopfs bei Baden, im Odenwalde im Syenit, im nördlichen Mähren in der Grauwacke, im Thonschiefer- und Kalksteingebirge Böhmens und an mehreren Orten des südwestlichen Schlesiens; ausser Deutschland, in Norwegen, Schweden, auf den schottischen Inseln, in Schottland, Ungarn, Siebenbürgen, Ural etc.

Digitized by Google

Er widersteht der Verwitterung sehr hartnäckig und wird hauptsächlich gern zum Strassenbau und zur Pflasterung verwendet.

4. Diabas,

bisher auch unter die Diorite gerechnet, nennt man ein Gestein, dessen einer grüner Gemengtheil nicht Hornblende, sondern Pyroxen ist, während der andere Gemengtheil als Oligoklas oder Labrador erkannt wurde. Da aber die Diabas-Gesteine meist feinkörnige Struktur besitzen, so bleibt es immer schwierig Amphibol vom Pyroxen, und ebenso die verschiedenen Feldspathe mit Sicherheit zu unterscheiden. Die feinkörnigen Varietäten gehen endlich in dichte Grünsteine oder Aphanite über. Liegen in einer feinkörnigen oder dichten Diabasmasse Krystalle von Pyroxen, Oligoklas oder Labrador, so entsteht der Diabasporphyr (Labrador-Oligoklas-Porphyr); sind in dem Gesteine vorwaltend weisse Oligoklas- oder Labradorkrystalle (oft zwillingsartig zusammengestellt), so bezeichnet man es mit dem Namen Porfido verde antico. Dieses edle Baumaterial kam unter anderem in Lakonien, südlich von Sparta vor und wurde vielfach als Luxusmaterial verwendet.

Alle Diabas-Gesteine sind häufig durch ein chloritähnliches Mineral Chloritoït förmlich imprägnirt und daher von vorherrschend grüner Farbe; durch Einsprengung von Konkretionen von Feldspath und kleinen Kryställchen von Pistacit, Trümmern von Quarz und Feldspath entstehen Variolite, andererseits bilden sich wohl auch Diabasmandelsteine mit Mandeln von Kalkspath.

Diabas tritt in der Lahngegend auf, dann in einem 6 Meilen langen Zuge im Westphälischen; ein anderer 3½ Meilen langer Zug verläuft sich im Harz von Osterode bis Neustadt, im Mühlen- und Bodethal, im Selkethal und weiter östlich in der Gegend von Neudorf, ferner bei Andreasberg, bei Goslar und Wolfhagen; in Schlesien bei Kupferberg hat Diabas die schiefrige Struktur.

Hornblendefels (Amphibolit), besteht ganz aus krystallischer Hornblende mit Hornblendekrystallen, wird aber als Baumaterial nicht verwendet.

5. Serpentinfels

(Serpentin, Schlangenstein) ist ein wasserhaltiges Bittererdesilikat mit fast nie fehlendem Eisenoxydul und etwas Thonerde, ungemein oft ist er von Chrysotiladern durchzogen und führt, wie der Basalt, auch häufig Magneteisen mit sich. Ausserdem sind häufig Bronzit, Schillerspath, Granat, Glimmer, Hornblende, Magnesia-Verbindungen, kohlensaurer Kalk, Quarz, Schwefelkies und Arsenikeisen, Chlorit und Pikrolith in der Form von Trümmern und Adern.

Digitized by Google

Die Farbe des Serpentins ist vorherrschend grün (lauchgrün) in bräunlichen, röthlichen und schwärzlichen Abänderungen, und nicht selten roth oder braun auch weiss gefleckt und geadert; hierdurch hat dies Gestein eine gewisse Aehnlichkeit mit der Haut einer Schlange, und daher der Name. Der Bruch ist theils splittrig, theils uneben muschlig; an den Kanten durchscheinend, die polirte Oberfläche fettartig glänzend und fettig anzufühlen. Den grünen Serpentin mit schwarzen und rothen Flecken kennt die Kunstgeschichte unter dem Namen Verde di Prato (das Grüne von Prato, aus den Steinbrüchen von dort), den schwarzgrünen mit weissen oder rothen Adern nennt man Nero di Prato, den grünen mit weissen Adern Verde di Susa. Man unterscheidet zwischen gemeinem und edlem Serpentin; kommt letzterer in hellgrüner Farbe vor, nennt man ihn Ophit, von ὄφις die Schlange. Plinius rechnet den Ophites zum Marmor; er habe, sagt er, schöne grüne Farbe und Flecken wie die Schlangen auf verschiedene Weise gruppirt, und zwar verlaufen diese bei dem Augustinischen wellenförmig kraus in Spitzen, während sie beim Tiberischen zerstreut sind; schliesslich empfiehlt er ihn als Heilmittel gegen Schlangenbiss.

Mit körnigem Kalk gemengt bildet der Serpentin den schönen, zu Luxusarbeiten verwendeten Ophicalcit.

Der Serpentin, welcher als ein durchaus ungeschichtetes massiges Gestein zu betrachten ist, erscheint häufig abgesondert in ebenflächigen Platten von einer, 3 bis 5 zm. grossen Stärke, doch kommen auch sehr unregelmässige Absonderungsformen vor; seine Ablagerungen sind zwar keine ausgedehnten, aber er tritt in einer und derselben Gegend in mehrfach vorhandenen Gebirgsgliedern, namentlich in Stöcken, und kurzen aber mächtigen Gängen, auf; so findet man den Serpentin vielfach eingelagert im Gneis, Glimmerschiefer, Chloritschiefer etc. Die Stöcke und Gänge der Serpentine breiten sich aber auch zu mächtigen, kuppenförmigen Gebirgsgliedern aus und bilden dann wohl isolirte hervorragende Berge, Hügel, Rücken und Kämme von abgerundetem Aussehen.

Die Bildungsperiode des Serpentin ist in verschiedenen Perioden anzunehmen und zieht sich bis in die Zeit der ältesten Tertiärbildungen, so hat der Serpentin in Italien den Apeninensandstein sowohl, als wie stellenweise die Tertiärschichten steil aufgerichtet und dislocirt.

Verbreitet ist der Serpentin, der zuweilen in grossen Massen und selbst in ganzen Gebirgsstöcken auftritt, in Bayern, in den Gegenden um Erbendorf und Wernberg in der Oberpfalz, dann am Zoptenberge in Schlesien, bei Lettowitz in Mähren, bei Zöblitz und Penig in Sachsen, im Taurengebirge von Salzburg, dann in Steiermark und ausser Deutschland in Ungarn, in den südlichen Alpen von Graubünden, am Monte Rosa, in Wallis, in Finstermünz in Tyrol, im Aostathal in Piemont, in den Apeninen bei Parma, im Toscanischen, bei Prato, auf Elba und Korsika, den Pyrenäen, Schottland und am Ural etc. Der Serpentin zeichnet sich durch

Digitized by Google

seine Wetterbeständigkeit aus; aus dem Bruche entnommen ist er weich, lässt sich mit Messern und Sägen leicht schneiden und auf Drehbänken drechseln; an der Luft erhärtet dies Gestein nach und nach, verliert dabei seinen grossen Wassergehalt (13 pCt.) und nimmt einen bedeutenden Härtegrad an. Der Serpentin ist sehr feuerbeständig und kann deshalb zu kleinen Schmelzöfen für chemische Laboratorien verwendet werden, anderweitig macht man daraus Schalen, Mörser, Töpfe; da der Serpentin eine sehr schöne Politur annimmt, so benutzten ihn bereits die Völker des Alterthums zum Prachtbau; Statuen, Vasen, Säulen, Gesimse und sehr häufig Platten zu Kirchenpflaster, Platten zur Verkleidung der Wandflächen, Kamine, Taufbecken etc. werden aus diesem Stein angefertigt.

In den italienischen Alpengebieten wird seit 1871 an mehreren Orten der Abbau von Asbest lebhaft betrieben, und bestehen daselbst auch Fabriken, wo die oft sehr schönen gelbweissen, äusserst langfaserigen und seidenähnlichen Asbeste zu den verschiedensten Zwecken verarbeitet werden. Solche Fabrikate wie Asbestfilz zeichnen sich besonders als schlechte Wärmeleiter aus und dienen ausser der Umhüllung von Dampfkesseln, Dampfleitungen etc. auch zum Bekleiden von Fussböden und Decken. In Amerika verwendet man auch Asbesttapeten als feuersicher in Komptoir und Kassenzimmern, in England wird der Asbest zu Dochten für Petroleum-Apparate verarbeitet.

6. Gabbro

(Urgrünstein) ist ein krystallinisch körniges Gemenge von Diallag oder Smaragdit mit Labrador oder Saussurit; der Diallag ist grau, braun bis olivengrün, metallisch glänzend; der Smaragdit grasgrün perlmutterglänzend, beide sind mit Hornblende regelmässig verwachsen, welche den Diallag häufig als dunkler Saum umfasst. Der Labrador lässt oft auf schmaler und langer Bruchfläche die Zwillingsstreifung erkennen, während der Saussurit stets derb, feinkörnig bis dicht erscheint, beide aber vorherrschend weisse oder graue Farbe besitzen; wesentlich verschieden ist das Ansehen, je nachdem das dunklere Diallagfossil oder das lichtere feldspathige vorherrscht. Es zeichnet sich dies Gestein durch ausgezeichnete Politurfähigkeit, durch schönes Ansehen, durch grosse Dauer aus; die Kunstgeschichte kennt es unter dem Namen Verde di Corsica, und wurde dies Material bei Prachtbauten vielfach zu Mosaik-Wandflächen verwendet, sowie auch zu grossen Tischplatten.

Als Einmengungen im Gabbro finden sich Hornblende, Glimmer, Epidot, Talk, Quarz, Eisenkies und Magneteisen.

Reich an diesem Gestein ist der Harz im Radauthale und das schlesische Gebirge am Zopten; auch kommt es bei Dillenburg im Nassauischen in Stöcken und Gängen vor; ausser Deutschland findet man den Gabbro in Wallis, Waatland, Graubünden, am Monte Rosa, wo er mächtige Berge

Digitized by Google

bildet; dann kommt er vor in den Apeninen, Piemont, Toscana am Monte Ferrato in der Nähe von Prato, endlich auf der Insel Elba.

7. Eklogit

(auch Omphacit) ist ein grob bis feinkörniges Gemenge aus grasgrünem Smaragdit und rothen Granaten (Amaldingranat) mit Einmengungen verschiedener Mineralien. Man findet ihn massig in Stöcken und Lagern im Urgneis auf, auch in Verbindung mit Glimmer- und Dioritschiefer; so im Fichtelgebirge am Weissenstein, an der Saualpe in Kärnthen und am Bacher in Steiermark; dieses seltene Gestein zeichnet sich durch grosse Schönheit aus und nimmt, wenn auch schwer, vorzügliche Politur an.

8. Die Porphyre.

Porphyre sind Gesteine, ausgezeichnet durch eine dichte Grundmasse, in welcher Krystalle und krystallinische Partien von verschiedenen Feldspathen von Quarz, Glimmer, Hornblende und Augit, oft mehrere von ihnen nebeneinander, ausgeschieden liegen. Erst nach genauerer Unterscheidung der verschiedenen konstituirenden Mineralien, lässt sich die Stellung der Porphyre genauer vornehmen. Alle sind Eruptivgesteine, welche in Gängen andere Gesteine durchsetzen, oft sich in sie verästend, und sich bald in isolirten Kuppen und Stöcken über die älteren Gesteine erheben, bald in Decken sich über sie lagern oder auch, von späteren Gesteinen bedeckt, lagerartig sich ausbreiten.

Die Porphyre sind vielfach im Gebiete von Granit- oder Syenit-Territorien hervorgetreten, in welchen sie bisweilen ausgezeichnete Gänge bilden; die Haupteruptions-Epoche der Porphyre ist jedoch zwischen das Ende der devonischen und Dyas-Formation anzunehmen.

Nach Grundmasse und Krystalleinschüssen sind erwähnenswerth:

a. Felsitporphyr. Seine Grundmasse besteht aus einem sehr feinen innigen Gemenge von Feldspath und Quarz, Felsit genannt. Diese Grundmasse hat aber eine ausserordentlich grosse Verschiedenheit, und besonders ist es der Aggregationszustand, der bald die Gesteine sehr dicht, hart und fest, bald locker, minder fest und leicht zersprengbar erscheinen lässt. Diese Unterschiede pflegt man durch die Namen Feldsteinporphyr und Thonsteinporphyr auszudrücken. Ganz besonders harte kieselreiche Abarten nennt man wohl auch Hornsteinporphyr und solche die nahezu erdige Textur haben: Thonporphyr.

In der Felsitgrundmasse kommen an Einsprengungen Orthoklas, Oligoklas, Quarze und auch Glimmer vor. Orthoklas meist in Krystallen von einigen Millimetern Länge, nur selten bis zu 2 Zentimeter gross und darüber; sie sind farblos bis fleischroth mit glatten starkglänzenden Spal-

Digitized by Google

tungsflächen. Der Oligoklas erscheint dagegen oft weiss, matt bisweilen von kaolinartigem Aussehen. Quarz in graulichweissen bis rauchgrauen Körnern, oder auch in Krystallen, bald von der Grösse eines Hirsekorns, bald grösser, bis erbsengross. Der Glimmer tritt meist in tombakbrauner bis schwarzer Farbe auf, selten ist er gelb oder grün.

Die Farbe der Felsitporphyre ist äusserst verschieden: röthlichweiss bis fleischroth, röthlichbraun, kastanienbraun bis schwärzlichbraun, gelblichweiss bis erbsgelb und gelblichbraun, grünlichweiss bis ölgrün und schwärzlichgrün, graulichweiss, perlgrau, röthlichasch- und schwärzlichgrau; da im allgemeinen die rothen Farben vorherrschen, bezeichnet man die Felsitporphyre auch wohl als rothe Porphyre.

Was die Quantitätsverhältnisse der Grundmasse zu den Einsprenglingen anbetrifft, so sind auch solche äusserst verschieden. In manchen Porphyren waltet die Grundmasse entschieden vor, in anderen gewinnen die krystallinischen Einsprenglinge dermassen das Uebergewicht, dass die dichte Grundmasse nur stellenweise zwischen ihnen sichtbar wird und das Gestein eine granitähnliche krystallinisch-körnige Struktur annimmt.

Bei einigen Felsitporphyren tritt der Quarz als Einsprengling ganz zurück und unterscheidet man hiernach: quarzführende und quarzfreie Porphyre. Die quarzfreien Porphyre besitzen in ihrer Grundmasse meist trübe Farben, ausser grauen, schmutzigweissen, grünen, braunen, rothen Farben, kommen auch schmutzig blaue und violette vor. Der schöne antike Porphyr aus Oberägypten (Porfido rosso antico) gehört auch hierher und enthält in hell- und dunkelrother Grundmasse sehr viele kleine weisse Oligoklas- und kleine Hornblende-Krystalle.

Durchaus quarzfrei ist auch die Minette oder Glimmertrapp, die aus felsitischer Grundmasse besteht, in welcher vorherrschend Glimmer neben Orthoklas und bisweilen zersetzte Hornblende vorkommt.

Zeigt die Felsitgrundmasse deutlich körnige Entwickelung und befinden sich darin ausser Orthoklas Quarz, und Glimmer noch Hornblende und Chlorit enthalten, so nennt man das Gestein Granit- oder Syenit-Porphyr. Durch Aufnahme von Fragmenten oder durch fragmentare Ausbildung seiner eigenen Masse entsteht der Trümmer-Porphyr, durch Schieferung der Porphyrschiefer.

Die Felsitporphyre sind vorherrschend Massengesteine, jedoch kommen sowohl plattenförmige als auch säulenförmige Absonderungen vor.

Die quarzfreien Felsitporphyre betheiligen sich an der Kaolinbildung, dies ist beispielsweise der Fall bei Rasephas unweit von Altenburg, wo dieses Gestein fast auf 70 m. Tiefe in Kaolin umgewandelt ist; ähnlich verhält es sich mit dem älteren Porphyr von Morl und Trotha bei Halle und dann bei Sornzig und Seilitz in Sachsen, wo die Kaolinisirung in sehr bedeutender Tiefe das Gestein umgestaltet hat.

Man findet den Porphyr theils in grossen Bergmassen, theils lager-

Digitized by Google

artig, theils in Gängen; in Deutschland an der Bergstrasse von Weinheim, in der Gegend von Baden-Baden, am Donnersberg in der Pfalz; dann bei Kreuznach und südlich von Birkenfeld, in den Vogesen, im Schwarzwald, im Erzgebirge, Thüringer Wald, Harz, in Böhmen, Schlesien (bei Goldberg und Schönau), in Südtyrol. Ausser Deutschland von vorzüglicher Schönheit in Schweden (Elfdalen) und Norwegen (Christiania) (mit brauner Grundmasse und rothen Feldspathkrystallen); ferner sind berühmt die schönen Porphyre des Altai, dann die Aegyptens aus den Steinbrüchen des Nilthals.

Von letzterem sagt Plinius, der Porphyrites ist roth und wird, wenn er weisse Zwischenpunkte hat, Leoptosephos (kleinsteinig) genannt. Die Steinbrüche liefern ihn in beliebigen Grössen. Bildsäulen von Porphyr sendete dem Kaiser Claudius der Statthalter von Aegypten, Vitrasius Pollio, nach Rom, die aber trotz ihrer Neuheit nicht sehr gefielen, wenigstens hat Niemand dergleichen nachgeahmt.

Ein grosser Theil der Felsitporphyre ist ungemein fest, von seltener Dauer und nimmt vorzüglich Politur an; die Alten benutzten ihn vielfach zur Monumental-Architektur, wie auch zur Skulptur; zum Strassenbau wird der quarzreiche Porphyr sehr geschätzt. In Schweden verarbeitet man Porphyr zu allerhand Kleinigkeiten; Vasen, Briefbeschwerer, wozu sehr häufig die kleineren Porphyr-Geschiebe verwendet werden. Porphyrschiefer wird in Tyrol viel als Dachdeckungsmaterial gebraucht.

b. Melaphyr, schwarzer Porphyr (Basaltit), ist ein Gestein, das bei seiner durchaus dichten Grundmasse nur auf dem Wege der chemischen Analyse in seiner Zusammensetzung bestimmt werden kann; die umfassenden Arbeiten in dieser Beziehung sind noch nicht abgeschlossen, und möchte es angemessen sein, an der bisher aufgestellten Ansicht festzuhalten, dass die Grundmasse des Melaphyr vorwaltend aus Labrador und einem noch nicht bestimmten Silikate bestehen, das vielfach für Augit, Hornblende oder Pyroxen gehalten wurde. Die vorkommenden krystallinischen Einsprenglinge sind theils Labrador, theils jenes problematische, von einigen als Augit erkannte Mineral, theils Rubellan und Glimmer.

Die Varietäten des Melaphyr bestehen in Gesteinen, die in ihrer kleinkörnigen bis dichten Grundmasse weder Einsprenglinge von Krystallen, noch von Mandeln erkennen lassen und dann fast das Ansehen von dichtem Basalt haben; Melaphyrporphyr zeigt in seiner feinkörnigen bis dichten Grundmasse, von röthlich-grau und brauner Farbe, violet-braun, schwärzlichbraun und grün, Krystalle von Labrador oder Glimmer, auch Krystalle von jener noch nicht aufgeklärten Mineralspecies treten in ihm auf.

Auch Melaphyrmandelsteine kommen vor, deren Blasenräume sehr häufig durch Mandeln aus Kalkspath, Chalcedon, Karneol, Jaspis, Ametist, Achat ausgefüllt sind.

Man kennt den Melaphyr in Gängen und Kuppen, welche die Gesteine bis in die Zeit der Karbonformation und der des Rothliegenden

Digitized by Google

durchsetzen, so im Thüringerwalde bei Ilmenau, am Harz bei Ilfeld und Stolberg, Wilsdorf in Sachsen, zwischen Löwenberg und Lähe, sowie bei Landeshut in Schlesien; endlich in der Rheinpfalz, in den Vogesen und im Odenwald.

c. Dioritporphyr (siehe Diorit).

d. Diabasporphyr (Porfido verde antico, siehe Diabas).

e. Augitporphyr (siehe Basalt).

f. Pechsteinporphyr (siehe Pechstein).

9. Trachytgesteine.

a. Trachyt besteht aus einer krystallinischen feinkörnigen bis dichten Grundmasse, vorherrschend aus Sanidin und Oligoklas bestehend, meist aber auch untermischt mit krystallinischen Partien von Hornblende und Glimmer. Die Farbe ist zumeist eine hellschmutzige, graulich weisse, aschgraue ins röthliche, bräunliche und gräuliche übergehend; eine andere Gruppe geht fast in schwarz über. Der Bruch ist grobsplittrig uneben, von gröberem und feinerem Korn, bald fest, bald von geringer Härte, bisweilen ins Zerreibliche, Erdige übergehend; erdigen Trachyt nennt man wohl Domit. Dadurch, dass die körnige Masse ins Dichte übergeht und Zeolithe in sich aufnimmt, geht der ächte Trachyt in Klingstein oder Phonolith, durch Verglasung in Obsidian und Bimsstein, durch Entglasung in Perlstein über; auch die noch gegenwärtig ausfliessenden Laven bilden die trachytischen Laven, zu denen auch Obsidian und Bimsstein gehören; Bimsstein, Obsidian, Perlstein sind daher nur verschiedene Zustände des Trachyts.

Als zufällige Beimengungen treten hier auf: Hornblende, Augit, Quarz, Glimmer, Titanit, Magneteisen.

Eine häufig vorkommende Varietät ist der Trachytporphyr in dem die Hornblende fast immer fehlt, und der seiner äusseren Erscheinung nach grosse Aehnlichkeit mit gewissen Felsitporphyren hat; wie bei diesen unterscheidet man auch bei Trachytporphyren quarzführende und quarzfreie. Erstere haben glänzende bis matte Grundmasse, mit Krystallen von Quarz, Sanidin und Glimmer, bei letzteren treten in der gleichen Grundmasse nur Krystalle und Körner von Feldspath und Glimmer auf.

Man findet den Trachyt in vulkanischen Gegenden oft in ungemein grossen Massen, bald in steilen Bergen, bald in der Ebene isolirt, bald in Gängen; in Deutschland ist sein Vorkommen merkwürdig in der Gegend zwischen dem Lohrberg und dem Schallenberge im Siebengebirge, am Drachenfels, Kühlsbrunnen, Possberg, an der Eifel in der Umgebung von Kelberg; in Nassau auf dem Westerwalde. Reich an Trachyten ist Ungarn, Siebenbürgen, wo er in den Karpathen, zu grossen Bergzügen gebildet,

Digitized by Google

vorkommt, dann in Sardinien, in Frankreich. Der Trachyt ist ein sehr guter, mit Mörtel leicht zu verbindender Baustein, der, wenn er der besten Gattung angehört, allen Anforderungen entspricht, die man an ein ausgezeichnetes Baumaterial stellen kann; er wird zu Treppenstufen, zu Gesimsen, zu Säulen und selbst zu Ornamenten verarbeitet, wie er überhaupt zu Haus- und Kirchenbauten verwendet wird. Der Trachyt hat wohl aus dem Grunde, dass der Kölner Dom aus ihm erbaut ist, so grosse Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Wenn auch viele Verwitterungen stattgehabt haben, so bleibt der Trachyt, wie gesagt, bei gehöriger Auswahl immer ein vorzügliches Steinmaterial, das in seiner weichen Gruppe auch zum Gewölbebau mit Vortheil zu verwenden ist; die ganz weichen Trachyte sind freilich als Bausteine werthlos.

b. Phonolith (Klingstein, Porphyrschiefer) ist ein scheinbar gleichartiges Gestein von Sanidin, daneben Nephelin und auch wohl Hornblende; die Farbe von grauem Ansehen ins Grüne, Braune, Schwärzliche verlaufend. Der Phonolith hat splittrigen unebenen Bruch, flachmuschelig, scharfkantig mit durchscheinenden Kanten, schwach fettglänzend, in dünne Stücke spaltbar, wo er dann angeschlagen einen hellklingenden Ton abgiebt und daher auch Klingstein genannt wird.

Als Einmengungen sind charakteristisch die fast nie fehlenden tafelförmigen Sanidinkrystalle, die ihm das porphyrartige Ansehen geben; ausserdem enthält er Magneteisen, Augit, Hornblende; der Phonolith bildet Uebergänge zum Trachyt und Perlstein.

Der Phonolith findet sich häufig im Böhmischen Mittelgebirge und kommt in grossen Massen bei Bilin vor, als sogenannter Bilinerstein. Auf Gängen im Basalt findet sich Phonolith im Siebengebirge. Sehr verbreitet ist er in der Rhön, im Kaiserstuhlgebirge und im Hegau im südlichen Baden, der Wetterau und im Vogelsgebirge; vereinzelt kommt er nur auf dem Westerwalde und in der Eifel vor.

Der Phonolith widersteht der Verwitterung in sehr hohem Grade, verbindet sich gut mit Mörtel, und da er leicht in parallelen Stücken bricht, wird er da, wo er in Massen vorkommt, auch wohl zum Baustein verwendet; in Böhmen findet man mehrere alte Schlösser aus Phonolith gebaut; dünnspaltbarer Phonolit (Phonolithschiefer) wird sogar zum Dachdecken verwendet; ein ganz vorzügliches Material liefert dieser Stein für den Strassenbau.

c. Der **Pechstein** ist ein glasartiges, aber stets wasserhaltiges Gestein, hat ausgezeichneten Harz- auch wohl Glasglanz, muschligen bis unebenen Bruch und vorherrschend unreine grüngraue, braune oder röthliche Farben; meist einfarbig, doch auch bunt, gefleckt und gestreift.

Pechstein erweist sich als ein Schmelzprodukt von Quarz und Feldspath; nimmt derselbe in seine glasige Grundmasse krystallinische Körner von Feldspath oder Quarz, oder auch Glimmerschuppen auf, so entsteht

Digitized by Google

der vielfach vorkommende Pechsteinporphyr. Uebergänge zeigt der Pechstein zuweilen in Perlstein und Obsidian.

Der Pechstein und Pechsteinporphyr sind massige Gesteine, welche kompakte Absonderungen in Gängen und Bänken, nie aber Schichtung zeigen; besonders massig tritt er in den trachytischen Gegenden von Ungarn, Steiermark, Italien, Frankreich auf. Reich ist sein Vorkommen in der Umgegend von Meissen, insbesondere im Triebischgrund und bei Tharand. Der Pechstein liefert dauerhafte Bruchsteine, die jedoch hauptsächlich zum Strassenbau Verwendung finden.

d. Der **Perlstein** (Perlit) hat emailartiges Ansehen mit rundkörniger, krummschaliger und strahlich-faseriger Absonderung. Die Körner, erbsengross oder kleiner, selten bis nussgross, haben sich nicht selten um einen Feldspathkrystall gebildet, sind aber auch hin und wieder hohl. Die Farbe wechselt bald ins Graue, Gelbe, Braune, Rothe, und selbst ins Schwarze. Der Perlstein ist fett bis perlmutterglänzend und matt. Der Perlstein ist nicht sehr verbreitet; am meisten vertreten ist er in der Gegend von Tokay in Ungarn, wo er ein Gebiet von über 12 Quadratmeilen einnimmt. Seine Verwendung ist die des Pechsteines.

e. Der **Obsidian,** ein vollkommen glasartiges Gestein, stimmt seinen chemischen Bestandtheilen nach mit den übrigen Trachytgesteinen überein, und unterscheidet sich vom Pechstein hauptsächlich durch den Mangel an Wassergehalt; der Obsidian bricht ausgezeichnet muschlig und scharfkantig, ist undurchsichtig bis durchsichtig, lebhaft glasglänzend, meist kohlschwarz, aber auch grau, blau, roth und gelb. Durch Blasigwerden geht er in Bimsstein über und findet sich nur in trachytischen Gegenden, z. B. in Ungarn, Böhmen, Ischia, Santorin, Quito, Teneriffa etc.; an letzterem Orte ist er durch Bitumen und Bergöl imprägnirt, so dass sich deren Geruch beim Zerschlagen geltend macht.

Die Obsidiane zeigen Uebergänge in Perlstein, Pechstein, Bimsstein, sowie in steinartige Laven.

Die Benutzung des Obsidian reicht in das früheste Alterthum. Plinius (Liber XXXVI. 67) erzählt: Obsius fand in Aithiopia Steinmassen, die, zu Wandspiegeln verarbeitet, statt ein helles Bild ein Schattenbild gaben. Viele machen Ringsteine davon, auch haben wir ganze Bilder des vergötterten Augustus davon gesehen, da der Stoff eine solche Dicke zulässt, und er selber hat vier Obsidian-Elephanten als etwas besonders Wunderbares im Tempel der Konkordia aufgestellt.

Ferner ist bekannt, dass der Obsidian zu Pfeilspitzen verwendet ward, denn man hat vielfach solche auf dem Schlachtfelde von Marathon aufgefunden; man formte auch Geschirre und schnitt Gemmen daraus. Die Urbewohner von Mexiko fertigten schneidende Instrumente, von der Degenklinge bis zum Rasirmesser daraus.

Digitized by Google

Gegenwärtig ist der Obsidian der billigen und minder spröden Glasflüsse wegen fast gänzlich aus dem Gebrauch verdrängt.

f. Bimsstein besteht aus einer glasigen, höchst porösen, schwammig aufgeblähten Gesteinsmasse und erscheint als eine besondere Ausbildungsform anderer trachytischer Gesteine, die durch Entwickelung von Gasen oder Dämpfen in einem schwammartig aufgeblähten Zustande erstarrten. Die ausgezeichnetsten Bimssteine sind aus dem Obsidian entstanden und bildeten den aufgeworfenen Schaum der Obsidianströme; sie gehen daher auch in Obsidian über und kommen überall da vor, wo vulkanische Gegenden sind; feuerspeiende Berge werfen Stücke und Blöcke Bimssteins bei ihren Eruptionen aus, und finden sich bergartige Haufwerke von Bimssteinblöcken in Gegenden, die weit von Vulkanen entfernt liegen. Er steht auch wohl in mächtigen Lagen an, 6—17 Meter tief, grosse Baumstämme in vertikaler Stellung in sich einschliessend; in Deutschland findet man ihn in sehr grosser Mächtigkeit in Bendorf, unweit von Koblenz; ausser Deutschland in Ungarn, am Vesuv, in unerschöpflicher Menge in Lipari und Porza, in Island, Teneriffa und am Fusse des Kotopaxi und der anderen Vulkane der Kordilleren in ungeheurer Menge.

Den Bimsstein benutzt man in der Technik sehr vielfach; da wo er in grossen Massen vorkommt, dient er als Baustein, da er sich mit dem Mörtel gut verbindet; als sehr schlechter Wärmeleiter, durch seine blasige Beschaffenheit, giebt er im Winter warme Räume, im Sommer dagegen kühle; vorzüglich lässt sich Bimsstein zur Ausführung von Gewölben gebrauchen und fand so vielfache und grossartige Verwendung. Nachdem die Kuppel der Sophienkirche in Konstantinopel mehrere Male eingestürzt war, wurde sie aus Bimsstein hergestellt und bewährte sich dann als durchaus konstruktiv. Bimsstein wird ferner überall als Schleifmittel vielfach gebraucht.

Plinius giebt an (liber XXXVI. 42), dass der Bimsstein (pumex) auch zur Glättung des Körpers bei Frauen aber auch schon bei Männern angewendet wurde; zu Pulver gerieben dient er vielfach als Heilmittel, wie auch als Zahnpulver, und Theophrastus giebt an, dass Säufer beim Trinken um die Wette Bimssteinpulver nähmen, aber sich grosser Gefahr aussetzten, wenn sie sich nicht ganz volltränken; es sei so abkühlend, dass der Most zu gähren aufhöre, sobald man Bimsstein dazu thue.

10. Augitgesteine.

(Trappgesteine.)

a. Dolerit (basaltischer Grünstein), ein krystallinisch körniges Gemenge von Labrador oder Feldspath und Augittheilen, geht bei der Feinheit seiner Gemengtheile in Basalt über, und dieser erscheint als dichtes Gestein. Seine Farbe setzt sich zusammen aus weiss und weiss-

Digitized by Google

grauem Feldspath und dem schwarz aussehenden Augit; letzterer ist durchgehends vorherrschend. Als Einmengungen erscheinen Magneteisen, Hornblende, Glimmer, Granat und Eisenglanz; Nephelin oder Leuzit vertritt hin und wieder die Stelle des Labrador und so entstehen die Nephelin- und Leuzit-Dolerite; Dolerite haben häufig Blasenräume mit zeolitischen Mineralien entweder inkrustirt oder auch ganz damit ausgefüllt, so dass Doleritmandelsteine entstehen.

Fundorte sind bei uns in Deutschland der Meissner, die Gegend von Giessen und Londorf in Hessen, im Thüringerwalde (Eisenach), am Brinkenköpfchen in der Eifel, im Vogelsgebirge, am Löbauer Berg in der Oberlausitz. Anamesit kommt freilich nur untergeordnet bei Steinheim (Hanau), bei Rüdigheim, Niederrad, Bockenheim im unteren Mainthale und auch bei Stregau in Schlesien vor.

Der Dolerit dient zum Fundamentbau, zum Strassen- und Wasserbau.

Anamesite sind Dolerite von so feinkörniger Zusammensetzung, dass man mit blossen Augen zwar noch ein krystallinisch körniges Aggregat, aber nicht mehr die Verschiedenartigkeit seiner mineralischen Bestandtheile zu erkennen vermag; sie haben eine feinkörnige Masse von grünlich-, graulich-, oder bräunlich-schwarzer Farbe, sind schimmernd im Bruch und im allgemeinen von leichterem Gewichte, wie die Basalte.

b. Basalt ist ein inniges Gemenge von Augittheilen, Labrador und Magneteisen, zu denen in den meisten Fällen Olivin und nicht selten kohlensaure Verbindungen der Kalkerde, des Eisenoxyduls und selbst phosphorsaure Kalkerde bei nie fehlendem Wasser sich zugesellen. Wie bei den Doleriten wird der Labrador häufig durch Nephelin ersetzt. Die aufs Innigste, oft in sehr schwankendem Mengenverhältniss auftretenden Gemengtheile lassen sich erst durch chemische Analyse ermitteln. Seine Farbe ist durch alle Nüancen von schwarz durchgehend. Der Bruch ist flachmuschlig unvollkommen, ins Feinsplittrige und Unebne übergehend; seine Härte ist eine bedeutende, schwankt aber in verschiedenen Graden. Basalt kann einentheils in den Dolerit und Anamesit, anderntheils in die Wacke übergehen. Basalt kommt sehr häufig mit vielen Blasenräumen vor, sind diese durch andere Mineralsubstanzen gefüllt, so ergiebt sich der Basaltmandelstein; solche Mineralsubstanzen sind dann wohl: Stilbit, Prehnit, Mesotyp, Chabasit, Analzim, Laumontit, Kalkspath, Arragonit etc., sonstige Einmengungen ausser dem Olivin sind noch Faserzeolith in Adern und Drusen, Hornblende, Glimmer, Zirkon, Eisenkies, Titaneisen etc. Ausser seinen vielen accessorischen Bestandtheilen, von denen der Basalt bald ein porphyrartiges, bald ein mandelsteinartiges Ansehn erhält, hat er oft Bruchstücke sehr verschiedenartiger Gesteine in sich aufgenommen, welche er bei seinem Aufsteigen aus dem Innern der Erde umschliesst, und zeigen solche Trümmer sich mehr oder weniger metamorphosirt. Oft zeigt der Basalt alle Zustände von einer beginnenden bis zur vollkommen

Digitized by Google

vollendeten Verschlackung und wird dann auch wohl verschlackter Basalt genannt.

Der Basalt ist besonders ausgezeichnet durch seine Gesteinsformen; namentlich wird die säulenförmige Absonderung (Säulenbasalt) bei ihm schön und regelmässig angetroffen; die sich bildenden Basaltsäulen zeigen alle Modalitäten der Formen und Dimensionen und gehen einerseits in dicke Pfeiler, andererseits in schmale Stäbe über, deren Zwischenräume häufig mit Zeolith ausgefüllt sind. Auch die plattenförmige Absonderung ist vielen Basalten eigen, meist sehr ebenflächig haben solche Basaltplatten oft nur eine Stärke von einigen Zentimetern, kommen aber auch wohl in der Stärke bis zu 0,30 m. vor; auch kugelige Absonderungen kommen im Basalte vor und liefern den Kugelbasalt, der sich aus koncentrisch-schaligen um einen Kern sich legenden Massen gebildet hat.

Der Basalt saugt viel Wasser aus der Atmosphäre an und theilt dasselbe dem Boden mit, wodurch er trotz seiner Härte und Festigkeit leidet und alsdann der Verwitterung unterliegt; es tritt eine Art Auslaugung ein, wodurch dann die mehr oder weniger entfärbte Wacke entsteht; bei weiter greifender Verwitterung werden Magnesia, Kalkerde, die Alkalien nebst einem Theile des Eisenoxyduls und der Kieselerde ausgeschieden und entfernt, und entstehen so, bei fortschreitender Zersetzung, jene thonähnlichen Massen, in der die Thonerde sehr konzentrirt mit Beimengung von Kieselerde, Eisenoxyd und Wasser auftritt und einen basaltischen Lehm als letzten Rückstand der Zersetzung bildet. So entsteht auch jener fette dunkle Erdboden, der der ganzen Vegetation eine so überaus grosse Fruchtbarkeit verleiht.

Der Basalt ist in Deutschland ziemlich verbreitet; von ausgezeichneter säulenförmiger Bildung ragt Basalt am hohen Parkstein bei Weiden in der Oberpfalz empor. Im Breisgau erhebt sich aus der Ebene zwischen Altbreisach, Emmendingen und dem Rheine eine doleritische Berggruppe wie ein Inselgebilde aus dem Meere. Basaltberge umgeben ein Thal, und aus der Mitte dieses Kreises erhebt sich der Kaiserstuhl bis zu 385 m. über dem Meere oder 383 m. über dem Niveau des Rheines. Aus basaltischen Massen besteht 385 m. hoch über dem Meere der erhabene Rücken des Habichtswaldes bei Kassel, und aus Dolerit und Basaltgestein das 650 m. über dem Niveau der Werra aufsteigende Plateau des Meissners, des höchsten Punktes im norddeutschen Hügellande. In der Wetterau bei Münzenberg erhebt sich Basalt, ausgezeichnet durch seine übereinander gestürzten Säulen. Basaltische Bildungen sind überhaupt häufig am Rheinufer, in der Eifel, im Westerwald, Rheingebirge, Vogelsgebirge, in der Oberlausitz, in Sachsen und Schlesien; ferner hier und da im Riesengebirge, wo die kleine Schneegrube bei Warmbrunn sich bis zu 1300 m. Höhe erhebt. Reich an Basalt ist auch das sächsische und böhmische Erzgebirge, ferner das böhmische Mittelgebirge bei Aussig, Teplitz und der Gegend

Digitized by Google

zwischen Carlsbad und Saaz; dann in der Gegend um Grätz in Steiermark, in Schlesien. Ausser Deutschland in der Auvergne, Sardinien, schottischen Inseln etc.

Der Basalt ist ein höchst geschätztes Baumaterial, zeichnet sich durch Härte, Festigkeit und Dauer aus, ist zwar schwer zu bearbeiten, nimmt dann aber ausgezeichnete Politur an; er wird zum Strassen- und Wasserbau, zum Hochbau, endlich zur Herstellung von Kunstwerken verwendet.

Basalt als Strassenmaterial wird besonders hochgeschätzt; er lässt sich zu diesem Behuf leicht brechen und in kleine Stücke schlagen; die damit hergestellten Fahrbahnen fahren sich zu einem vollkommen festen Estrich zusammen, der sehr haltbar und stets eben erscheint und noch das Gute hat, dass das Regenwasser sofort verschwindet; ausgezeichnet ist Basalt-Strassenpflaster, da der Basalt meistens in sehr regelmässigen Stücken bricht und daher wenig mehr zugearbeitet werden braucht. Ganz vortreffliche Dienste leistet unser Gestein auch beim Wasser- und Grundbau, denn es erscheint auch hier unverwüstlich und erhält sich absolut unverändert in den ungünstigsten Witterungsverhältnissen, wie kein anderes Gestein, denn das bezeugen jene Basaltsäulen auf den westlichen schottischen Inseln, die aber und aber Jahrtausende der ungestümen See ausgesetzt sind, und die sich dennoch an ihren Ecken so gut erhalten haben, als die davon entfernten am Gestade vorkommenden Basaltsäulen. In vorherrschend basaltischen Gegenden verwendet man auch den Basalt zur Aufführung von starken Gebäudemauern, obwohl der Basalt stets hygroskopisch ist; öfter verwendet man ihn als Einlage in Mauerwerken von rothem Sandstein oder gelben Trachyten, wo er dann ein für das Auge gut wirkendes Farbenspiel herstellt; ferner wird der Basalt zu Treppenstufen, Thür- und Fenstereinfassungen, Meilensteinen, Radabweisern und auch zu Gewölben verarbeitet. In der Nähe von Feuerungsanlagen darf Basalt nicht angewendet werden, da er bei Einwirkung grosser Hitze leicht rissig wird und bei hohen Wärmegraden leicht schmilzt. Im Alterthum wurde der Basalt von Aegyptern, Griechen und Römern zu Werken der Skulptur verarbeitet, und viele Museen lassen uns erkennen, dass es besonders geschickte Meister gewesen sein müssen, die es unternahmen, in diesem unvergänglichen Stein ihre künstlerische Phantasie walten zu lassen, denn alle in Basalt gearbeiteten Kunstwerke gehören dem besten Stile an. Plinius behauptet (Liber 36, Cap. 11), die Aegypter hätten den Basanites, der die Farbe und die Härte des Eisens habe, in Aethiopia aufgefunden, der grösste, den man je gefunden, liege, vom Kaiser Vespasianus Augustus geweiht, im Tempel des Friedens. Er stellt den Nil vor mit 16 um ihn spielenden Kindern, worunter man die 16 Cubitus versteht, zu deren Höhe der Fluss in seinem höchsten Wachsthum steigt.

Basalt im kalcinirten und gepulverten Zustande dient als Zuschlag zum Kalkbrei und giebt so einen ausgezeichneten Wassermörtel.

Digitized by Google

11. Lava.

Die Lava der Vulkane ist einerseits ein mehr oder minder inniges Gemenge aus Feldspath, Augit und Magneteisen und somit im wesentlichen mit Dolerit und Basalt übereinstimmend, andererseits besteht sie aus den Gemengtheilen, welche die Trachyte zusammensetzen; im ersteren Falle ist die Lava meist dunkelfarbig und schwarz, im schlackenartigen Zustande jedoch häufig braunroth; im andern Falle zeigt die Farbe meist graue, zuweilen ziemlich helle Farben.

Das Vorkommen der Lava in bezug auf ihre Dichtigkeit ist sehr verschieden; es giebt vollkommen feste Lava von dichtem Ansehen mit grobsplittrigem, ins muschlige gehenden Bruch; andere Lava hat erdige Beschaffenheit und hat unebenen, erdigen Bruch; andere ist porös, löcherig, äusserst blasig; während die Lava nach der einen Seite hin in grossen Lagern und geschlossenen Massen (Lavaströme) vorkommt, erscheint sie nach anderer Seite als Auswürflinge der Vulkane (Bomben, Lapilli, vulkanische Asche) in grossen, kleinen und kleinsten Stücken.

Lava ist das unmittelbare Erzeugniss der Vulkane, nur an solchen ist ihr Fundort; hier wird sie auch vielfach als Baumaterial verwendet, hauptsächlich zum Strassen- und Häuserbau; Herculanum und Pompeji hatte Lavapflaster aus grossen Blöcken, und viele der italienischen Städte benutzen noch stets dieses Material zu gleichem Zwecke; Lava verbindet sich sehr gut mit dem Mörtel, die dichte Lava wird daher vorheilhaft zu Aussenmauern von Gebäuden verwendet; die porösen Gesteine nimmt man zu den inneren Mauern und benutzt sie weiter zur Herstellung leichter gewölbter Decken. Italienische Steinmetzen verarbeiten Lava zu Briefbeschwerern, Vasen, Schalen, Armbändern und Schmucksachen und geben denselben eine schöne Politur. Aus der antiken Zeit sind Skulpturen aus Lava uns überliefert.

B. Die krystallinischen Schiefer.

Zu den ältesten (azoischen) Gebilden dieser Klasse von Gesteinen gehören: Gneis, ein Theil der Quarzite, Granulit; an diese schliessen sich an die Gesteine der primitiven Schieferformation: Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendschiefer, Phyllit (Urthonschiefer). Ein Theil dieser Gesteine bildet zugleich den Uebergang in die ältesten Formationen der paläolitischen[1]) Zeit, die unter dem Namen des kam-

[1]) Die Gebilde der palăozoischen Zeit zergliedert die Geognosie in:
1) das kambrische System
2) das silurische -
3) das devonische -
} zusammengefasst als Uebergangsformation, an welche sich dann anschliessen:
4) das Steinkohlensystem oder die Karbonformation,
5) das Dyas-System (wohl auch als Zechsteinformation bezeichnet).

Digitized by Google

brischen[1]) silurischen[2]) und devonischen[3]) Systems die sogenannten Uebergangsformationen bilden.

1. Gneis

ist ein krystallinisch-körnig schiefriges Gemenge von Feldspath (meist Orthoklas, daneben auch Oligoklas), Quarz und Glimmer, und hat somit die gleichen Gemengtheile, welche den Granit zusammensetzen; der Glimmer tritt in der Regel vorherrschend, der Quarz zurücktretend auf. Was Farbe und accessorische Bestandtheile anbetrifft, so gilt hier dasselbe, was beim Granit darüber gesagt wurde. In manchen Gneisen tritt an die Stelle des Glimmer Talk, Chlorit, Hornblende oder auch wohl Graphit, und man unterscheidet dann wohl Glimmergneis, Protogyngneis, Hornblendegneis.

Struktur und Schichtung sind im Gneis äusserst verschieden, vorherrschend in dickschiefrigen Lagen, erscheint er gewöhnlich ebenflächig geschichtet, wobei jedoch die wunderbarsten Verdrehungen nicht ausgeschlossen sind.

Was die Uebergänge des Gneises betrifft, so finden solche einerseits in Granit und Granulit, andererseits in Glimmerschiefer statt; talkreiche

---

[1]) Zum kambrischen System gehören die Erstlings-Sediment-Bildungen, die sich unmittelbar auf die krystallinischen Gebilde auflagern; sie bestehen meist aus fossilfreiem Thonschiefer und Chloritschiefer, aus schiefriger, meist sehr feinkörniger Grauwacke, die auch wohl in Quarzit übergeht. Die Versteinerungen im kambrischen System sind äusserst selten; die ganze Formation hat die verschiedensten Katastrophen durchgemacht; ihre Gesteinsmassen sind durch Hebung der untenliegenden primitiven Gesteine meistens steil aufgerichtet und selbst überstürzt, andererseits haben sich in der Nähe der einst feuerflüssigen Masse häufige Metamorphosen ausgebildet und daher ist es in den meisten Gegenden, wo kambrische Schichten vorkommen, äusserst schwierig, dieselben von den darunter liegenden Gneisen zu trennen; nur da, wo verhältnissmässig geringe Revolutionen (wie z. B. in England) stattfanden, konnte man entschiedener die Grenzen zwischen den kambrischen Schichten und den krystallinischen Gesteinen bestimmen.

[2]) Im Silur-System treten Sandsteine, Konglomerate, Grauwacke, Thonschiefer auf, welche, wie die sie begleitenden Kalke, Dolomite und Mergel, hin und wieder auch Kieselschiefer, einen ausgesprochenen sedimentären Charakter tragen. Als charakteristische Versteinerungen treten die Graptolithen auf, ferner sind darin vertreten Korallen, Krinoiden, auch Seesterne und Seeigel. Von den Weichthieren kommen in sehr zahlreichen Species und Individuen die Nautilen und Brachiopoden vor. Von Krebsthieren sind die Triboliten häufig, von Wirbelthieren die Knorpelfische.

Das kambrische und silurische System fasste man früher unter dem gemeinschaftlichen Namen der Grauwackenformation zusammen.

[3]) Im devonischen System tritt in Deutschland besonders in den untersten Lagen die ältere rheinische Grauwacke auf, dann folgen Kalke und Mergel, und zu oberst liegen Thonschiefer und schiefrige Thone. An Versteinerungen treten hauptsächlich und zwar in grosser Fülle Korallen und Krinoiden auf; ferner Triboliten, Brachiopoden, Cephalopoden (Klymmenien), Nautilen (Goniatiten), Schnecken (Orthoceratiten), während der Cypridinenschiefer Nassaus zahllose Schalen kleiner Muschelkrebse enthält, die ihm den Namen gegeben haben.

Digitized by Google

Gneise gehen in Talkschiefer über; Hornblendegneis vermittelt den Uebergang zu den syenitartigen Gesteinen.

Durch Verwitterung wird der Gneis zu einem morschen weichen Grus aufgelöst, und erstrecken sich solche Zerstörungen oft auf sehr bedeutende Tiefen[1]), wobei Auswitterungen von Bittersalz und Alaun sich geltend machen. Mit Ausnahme des Quarzes befinden sich häufig alle seine Bestandtheile in eine thonige Masse umgewandelt und bilden einen sandigen Lehm. Im Naabgebirge findet man häufig im bunten Gneis grössere und kleinere Buchten mit eingeschlemmten Lehmmassen erfüllt, welche mitten im Urgebirge zahlreichen Ziegelhütten ihr Dasein geben; sie sind das Produkt der Abschwemmung zerstörter Gneislagen[2]). Aehnliche Verwitterungsprodukte des Gneises finden sich auch in sehr grossen Massen am Pfahlquarze abgelagert.

Gneis ist ein Hauptglied des Urgebirges, er tritt sowohl in sanft gehobenen Terrainformen, wie auch in Berggestalten mit zackigen Gipfeln und scharfen Kämmen auf; seine Verbreitung ist eine allgemeine. In Bayern findet er sich im Fichtelgebirge, der Oberpfalz, im Bayrischen Wald (Arber und Rachel), im Böhmerwald und im Spessart; ferner im übrigen Deutschland im Odenwald, Vogesen, Schwarzwald, im Erzgebirge, Riesengebirge, im böhmischen und mährischen Gebirge, spärlich im Thüringerwalde; ferner in der Centralkette der Alpen in der Schweiz, in Tyrol, im Salzburgischen und in Steiermark. Mächtige Gneisgebirge hat ferner Frankreich, Spanien, Schweden und Norwegen u. s. w.

Quarzreicher Gneis ist so dauerhaft wie Granit, er lässt sich leichter als dieser spalten und wird daher viel zu Treppenstufen, Trottoirplatten, Pflasterungen verwendet; dünnschiefrig liefert er Material zum Dachdecken, auch für Grundbauten und Rauhmauerwerk leistet er gute Dienste, weniger gut und namentlich nicht sehr dauerhaft zeigt sich glimmerreicher, dünngeschichteter Gneis, der eisenhaltig ist.

2. Quarzite.

a. Quarzfels (Quarzit) besteht aus krystallinisch körnigem, bis dichtem, mehr oder weniger fest mit einander verwachsenem Quarz; die weisse Farbe ist vorherrschend, grau, roth, blau, gelb und braun dabei nicht ausgeschlossen. Die Quarzite sind theils undeutlich, theils deutlich geschichtet und kommt ein Theil sogar als Quarzschiefer vor, wo er dann sehr dünne Platten liefert.

Die Quarzite sind zum theil glimmerarme Glimmerschiefer, in welchen

---

[1]) Nach Darvin reicht die Zerstörung des Gneises bei Bahia und Rio Janeiro stellenweise bis zu 30 m. Tiefe.

[2]) Gümbel: die geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirgs.

Digitized by Google

sich auch häufig Uebergänge bilden; Quarzbruchstücke und Quarzgerölle verkittet, bilden Quarzbreccien und Quarzkonglomerate.

b. Der Itakolumit Brasiliens ist ein glimmerführender Quarzit, der, in Platten gebrochen, sich durch seine Biegsamkeit auszeichnet und daher den Namen Gelenkquarz, biegsamer Sandstein führt.

c. Der Kieselschiefer (Lydit) enthält ausser Quarz noch Thon, Kohlenstoff, Eisenoxyd oder Eisenoxydul; er ist sehr hart, unschmelzbar und von grauer, rother, brauner, aber vorherrschend schwarzer Farbe. Er bildet häufig Uebergänge in feinkörnig schiefrigen Quarzit, in Thon- und Alaunschiefer, mit welchen er sehr häufig vergesellschaftet ist.

In einigen schwarzen dünnschiefrigen Varietäten befinden sich organische Ueberreste von Graptholiten; wie überhaupt der Kieselschiefer namentlich in der Silurformation vorkommt und nach G. Bischof's Ansicht aus Thonschiefer entstanden ist, der durch kieselsäurehaltiges Wasser vollständig infiltrirt wurde.

d. e. Hornstein, Jaspis sind in untergeordneten Ablagerungen vorkommende Varietäten des Quarzites und bestehen aus Quarz und Feldspath, gefärbt durch Eisenoxyd und Eisenoxyhydrat; ihre Farben sind gelb, braunroth; bisweilen gefleckt, gebändert, gestreift oder geadert.

f. Limnoquarzit oder Süsswasserquarz; höchst feinkörnig bis dicht, aber auch häufig porös, von gelblich, röthlich, grauer und blaulicher Färbung, umschliesst das Gestein sehr häufig Pflanzenabdrücke und verkieselte Konchylien.

Als accessorische Gemengtheile treten im Quarzit gewöhnlich auf Glimmer und Feldspath, Hornblende, Pistazit, Granat, Eisenkies, Magneteisenerz und Gold. Die Quarzite treten im Gebiete der Urschieferformation, insbesondere aber in der des Glimmerschiefer auf, welch' letzterer so recht als die Heimath der mächtigsten ausgedehntesten Quarzbildungen angesehen werden muss. Die Quarzitberge sind gewöhnlich schroff und zackig und ragen als Kegel oder scharfe Kämme über ihre Umgebung hervor. Die Ablagerungen des Quarzes erfolgten in Lagern, Stöcken und einzelnen Schichten, bisweilen aber auch in Schichtungen von grosser Mächtigkeit und äusserst beträchtlicher Längenabmessung, oft viele Meilen betragend; die Quarzite der Urschieferformation widerstehen der chemischen Zersetzung sehr energisch und ist bei reinen Quarzen von einer Verwitterung kaum die Rede, und dennoch erscheint an freistehenden Felsen die Oberfläche mancher körnigen Quarzite wie benagt; dagegen haben die Quarzite durch mechanische Kräfte ein ungemein massenhaftes Material, den Sand geliefert. In Deutschland ist er verbreitet im Odenwald, Taunus, Harz, in der Eifel, auf dem Hundsrück, im Taunus und im Erzgebirge; in Bayern in der Gegend von Zwiesel und Bodenmais, am Ossa bei Cham, bei Kötzting in Niederbayern

Die Quarzite sind unverwüstliche Gesteine, doch kann man sie zum

Digitized by Google

Mauerwerk nur in beschränktem Grade verwenden, da sie mit dem Mörtel fast gar keine Verbindung eingehen; wegen ihrer grossen Härte und wegen des Widerstandes, den sie der Verwitterung entgegensetzen, sind sie ein beliebtes Strassenmaterial.

Die Kieselschiefer liefern die besten, zu den härtesten Stahlinstrumenten verwendbaren Schleifsteine und dienen andererseits den Goldarbeitern als Probirsteine.

Die Limnoquarzite, besonders die porösen, werden zu Mühlsteinen verwendet, die besonders zum Mahlen von Glas und Chamotte gute Dienste leisten; die besten aller bekannten Mühlsteine werden aus dem Süsswasserquarz von la Ferté sous Jouarre (Seine-Departement) gewonnen. Sehr wichtig ist der Quarz in der Form des Sandes und Sandsteines für den ganzen Naturhaushalt, wie für den menschlichen insbesondere.

3. Granulit

ist ein mehr oder minder feinkörniges Gemenge von Orthoklas, auch Oligoklas und Quarz, wobei ersterer vorherrscht; als wesentliche Bestandtheile des Granulit sind die Granaten zu nennen; dieselben sind mehr oder weniger reichlich von der Grösse eines Mohnkorns, selten erbsengross, oft aber mikroskopisch klein, im Gestein eingestreut. Seine Farbe ist vorherrschend weiss, in allen Nüancen in Lichtgrau, Gelb und Roth übergehend; einige Varietäten erscheinen lauchgrün bis schwarz, wahrscheinlich durch Eisenoxydul gefärbt. Der Granulit ist ein eruptives Gestein, das z. B. im sächsischen Erzgebirge bis zu beträchtlichen Berghöhen aufgestiegen ist, in der Regel erscheint es sehr gleichmässig geschichtet und liefert dann die schönsten Steinplatten, wie es nach anderer Seite hin gleiche Verwendung findet als Granit und Gneis, in welche es auch Uebergänge bildet. Der Granulit ist gewöhnlich der Verwitterung sehr stark unterworfen und zeigt sehr häufig deutlich hervorragende Verklüftungen in Bänken und Pfeilern und zerfällt leicht in Grus und Sand.

4. Glimmerschiefer

ist ein krystallinisch-schiefriges Gemenge von Quarz und Glimmer; letzterer ist weisser 2axiger Kaliglimmer, oder auch dunkelbrauner und schwarzer Magnesiaglimmer, seine Struktur ist deutlich schiefrig, bald dick-, bald dünn-, bald grad- bald krumm- und wellenförmig-schiefrig in Lagen von Quarz und Glimmer abwechselnd. Die Farbe, da der Glimmer meistens vorherrschend ist und die Quarzlagen mehr körnig versteckt sind, richtet sich zumeist nach der Farbe des Glimmers, die silberweiss und grau, gelb, tombakfarbig, auch grünschwarz ist und stets lebhaften Glanz zeigt; hin und wieder erscheint der Quarz in ausgesprochenen weiss und graulichen

Digitized by Google

Farben. Uebergänge bildet der Glimmerschiefer durch Aufnahme von Talk oder Chlorit in Talk- und Chlorit-Schiefer; auch geht er über in Gneis und in Thonschiefer. Hier und da vertritt Graphit den Glimmer, und es entsteht graphitischer Schiefer. Die Einmengungen sind durchgehends die des Granits.

Der chemischen Zersetzung ist der Glimmerschiefer weniger unterworfen als der Gneis und sind die quarzreichen Varietäten fast unzerstörbar, in seinen weicheren Varietäten ist er dagegen mechanischen Zerstörungen gegenüber wenig widerstandsfähig; dies ist wohl auch der Grund, weshalb in den sedimentären Formationen so ausserordentlich viele Glimmerschuppen vorkommen, denn die meisten Geschiebe und Gerölle der Glimmerschiefer wurden beim weiteren Transport vollständig zerrieben.

Der Glimmerschiefer, der als ein Umwandlungsprodukt des Thonschiefers betrachtet wird, tritt oft als eine der bedeutendsten Felsarten der europäischen Gebirge auf und bildet Höhen von 2300 m. In Bayern finden wir ihn im Fichtelgebirge, in der Oberpfalz und im Bayerischen Wald; im Böhmerwald, dann im übrigen Deutschland im Odenwald, Thüringerwald, Erzgebirge, Sudeten, in der Grafschaft Glatz im Riesengebirge, in den Tyroler- und Salzburger Alpen, im oberen Inn- und Salzachthal, dann in Schweden, Norwegen, Schottland u. s. w.

Glimmerschiefer lässt sich leicht in regelmässige Stücke brechen und wird vielfach zu Rauhmauerwerk verwendet, auch zum Pflastern und zu Treppenstufen. Enthält er viel Schwefelkies, was wohl hin und wieder der Fall ist, verwittert er sehr schnell und wird gänzlich zerstört. In einer erhöhten Temperatur hält er sich vorzüglich und wird bei Feuerungsanlagen mit Vortheil verwendet; so z. B. dient er zur Konstruktion des Schmelzraumes in den Eisenschmelzöfen, woher das Gestein den Namen Gestellstein erhalten hat.

5. Talkschiefer

besteht aus schiefrigem Talk, zu dem sich auch Quarz und Feldspath gesellen, von unreinen weissen, grünlich grauen bis ölgrünen Farben von fettigem Glanz und grosser Weichheit beim Anfühlen. Er kommt dünn- und dickschiefrig als reines Talkgestein, aber auch mit Quarz und Feldspath gemengt vor. Er bildet Uebergänge in Thon- und Chloritschiefer, ist reich an mineralischen Einmengungen, mit Chlorit und Asbest innig gemengt, bildet er ein dichtes Gestein, den sogenannten Topfstein, der sich leicht bearbeiten lässt und dabei sich äusserst feuerbeständig zeigt.

In Bayern kommt er bei Erbendorf vor, sehr verbreitet aber ist er in den Alpen, am M. Rosa, bei Chiavenna und im Engadin. Talkschiefer findet sich meistens in Gängen und Lagern des Gneis-, Glimmerschiefer- und Thonschiefergebirges. Man benutzt ihn, weil er ziemlich wetterbeständig ist, zum Rauhmauerwerk; ganz besonders zeichnet sich dieses

Digitized by Google

Gestein durch seine Feuerbeständigkeit aus, indem es ganz unschmelzbar ist und sich somit als Gestellstein bei den Höhöfen vorzüglich verwenden lässt.

6. Chloritschiefer

besteht aus verwachsener krystallinisch-schuppiger oder blättriger Chloritmasse von lauch-, berg- und schwärzlichgrüner Farbe, von fettigem Ansehen und ist oft mit etwas Quarz und Feldspath gemischt; oft pflegt auch Glimmer oder Talk beigemengt zu sein; meist wellenförmig schieferig, nicht sehr spaltbar und weich; er geht in Talk-, Glimmer- und Thonschiefer über.

Er kommt in untergeordneten Lagern des Glimmerschiefergebirges vor und wird, wenn er wetterbeständig ist, als Mauerstein verwendet. Im allgemeinen verändert sich Chloritschiefer durch die äussere Einwirkung der Luft, die Farbe wird dabei lichter und zerfällt nach und nach in eine blättrige Schuttmasse, die sich in eine eisenhaltige, lehmige Erde verwandelt.

7. Hornblendeschiefer

(Amphibolschiefer), einerseits verwandt mit dem orthoklasführenden Syenit, andererseits mit dem oligoklasführenden Diorit, ist diese Felsart ein krystallinisch körnig, schiefriges Gemenge von gemeiner dunkelgrüner bis schwarzer Hornblende, von körniger Struktur oder von fasriger, wenn sie zusammengehäuft ist aus durcheinander liegenden Krystallnadeln; im ersten Fall mit häufiger Beimengung von Quarz und dunklem Glimmer, im letzteren von Oligoklas. Mineraleinmengungen hat dieses Gestein eine sehr grosse Zahl, tritt jedoch nur untergeordnet im Gneis und Glimmerschiefer auf und findet hin und wieder Anwendung zum Dachdecken.

8. Phyllit oder Urthonschiefer

ist im wesentlichen ein inniges Gemenge von feinem Quarz, Glimmer oder Sericit; seine krystallinische Natur macht sich durch einen erhöhten Glanz geltend, und ist er meistens stark schimmernd oder seiden-, selbst perlmutterglänzend. Vorherrschend grünlich- und schwärzlich grau gefärbt, kommt er auch weiss, grau, grün, blau, violett und roth vor.

Magneteisen, Rotheisenstein, Schwefelkies, die häufigen Begleiter der Phyllite, sind oftmals in ihm abgelagert.

Abarten des Urthonschiefer sind:

Der Chiastolithschiefer von dunkler Farbe mit Krystallen von Chiastolith oder Hohlspath nach allen Richtungen hin erfüllt; der graue Ottrolithschiefer, welcher gras-, lauch- bis schwärzlich grüne Ottrolithblättchen enthält; der Knotenschiefer mit sehr krystallinischer Grund-

Digitized by Google

masse, in der Hirsenkorn-grosse dunkle knotige Konkretionen liegen; der Fleck- oder Fruchtschiefer mit etwas grösseren, runden, länglichen oder zackenförmig aneinander gereihten dunklen Konkretionen, die aber nicht wie die vorigen auf den Ablösungen knotig hervortreten; sie gehen in die sogenannten Cornubianite über, die wie Gneis aus Feldspath, Quarz und Glimmer bestehen, aber eine sehr verworrene schiefrige Textur besitzen.

Sericitschiefer werden die seidenglänzenden, gelbwichweissen bis lauchgrünen krystallinischen Thonschiefer des Taunus genannt.

Die Phyllite sind weit verbreitet in den Gebieten der krystallinischen Schiefergebirge; oft treten sie als Unterlage des Uebergangsgebirges auf, oft an den Grenzen krystallinischer Massengesteine, wo sie dann wohl als metamorphische Schiefer beurtheilt werden müssen; aber auch in unabhängigen Ablagerungen kommt der Urthonschiefer vor und ist dann wohl dem gewöhnlichen Thonschiefer in bezug auf Erzführung, Berg- und Thalformen, auf Verwitterung ähnlich.

Der Chiastolithschiefer findet sich häufig im Fichtelgebirge bei Gefrees, während der Ottrolithschiefer in den Ardennen besonders heimisch ist; andere metamorphische Urthonschiefer kommen in den Pyrenäen, in Cornwallis, in Sachsen, im Reussischen, am Taunus, im Voigtlande zwischen Wechselburg und Penig, Wesenstein und Leuben vor. Im Erzgebirge bildet meistentheilt der Gneis die untere Lage, darauf folgt allmälig in dieser übergehend der Glimmerschiefer, dann folgt der Phyllit.

II. Versteinerungen führende schichtige Felsarten.

(Sekundäre oder Flötzformationen und tertiäre Formationen.)

Hierher gehört der grösste Theil aus der Klasse der Thonschiefer Kalksteine, Mergel, Dolomite, Gypse und Sandsteine.

1. Thonschiefer

ist aus äusserst feinem Schlamm von Thon und Quarz durch Ablagerung im Meere und spätere Erhärtung entstanden; tief eingreifende Umwandlungen haben dies Material sehr vielfach umgestaltet, so dass Uebergänge sich bildeten vom Gneis aufwärts in Glimmer-, Chlorit-, Urthonschiefer und gewöhnlichen Thonschiefer; von scharfgezogenen Grenzen konnte dabei keine Rede sein. Der gewöhnliche Thonschiefer hat so verschwindend kleine Gemengtheile, dass sie sich dem Auge entziehen, und erscheint er so als voll-

Digitized by Google

ständig gleichartiges Gestein, das aus einem feinen Gemenge von Quarz, Glimmer, Sericit und einem chloritartigen Mineral besteht; letzteres durchdringt in höchst feiner Zertheilung das ganze Gestein; ferner ist in den meisten Thonschiefern die Existenz von Eisenoxyd, Manganoxyd und Kohlenstoff nachzuweisen. Andere Varietäten sind erfüllt mit vielen äusserst kleinen Feldspathkörnern, andere mit feinen Hornblendenadeln, andere mit kohlensaurem Kalk; mehr zufällige Einmengungen sind Schwefelkies, Magneteisen, Graphit; in Form von Adern, Nestern, Lagen und Trümmern tritt ausserdem im Thonschiefer sehr häufig krystallinischer Quarz auf, und in seinen Spalten verschiedene Erze.

Seine Farbe ist blaugrau, unreingrün, gelb, roth, braun und schwarz, auf seinen Spaltungsflächen ist dies Gestein schimmernd bis glänzend und zeigt Perlmutter- und Seidenglanz, der bei grossem Glimmergehalt sich dem halbmetallischen Glanze nähert.

Die Härte des Thonschiefers ist nicht bedeutend.

Eine Gruppe der Thonschiefer erscheint sehr dickschiefrig, eine andere sehr dünnschiefrig; theils grad-, theils krummschiefrig; im allgemeinen löst er sich leicht tafelförmig ab; spaltet er leicht in dünnen Tafeln und hat dabei gleichförmiges Korn, so wird er als Dachschiefer verwendet; sind die Schiefer dunkel gefärbt, so dass sich die mit Griffeln erzeugte Schrift gut abhebt, so benutzt man sie als Tafelschiefer, und spaltet sich der Schiefer leicht in lange Stengel, so nennt man ihn Griffelschiefer. Zu den weichen Gesteinen gehörend, die sich mit dem Messer schaben lassen, kommen einige so weich vor, dass sie abfärben; durch Verwandtschaft mit anderen Schiefern bildet er Uebergänge in diese, und zwar in Glimmer-, Talk-, Chlorit- und Hornblendeschiefer, oder in den Grauwackenschiefer, einem Gebilde, der secundären Formation angehörend.

Man unterscheidet mehrere Abarten des Thonschiefers.

Alaunschiefer. Er ist schwarz, sehr kohlig mit viel eingesprengtem Schwefelkies; es wittert viel Alaun an ihm aus und beschlägt ihn dadurch mit einem weissen Salz; kommen im Alaunschiefer Graptolithen vor, so bezeichnet man ihn wohl mit Graptolithen-Schiefer.

Zeichenschiefer hat viel Kohle und Graphittheile in sich, ist sehr weich und wird als natürliche schwarze Kreide verwendet.

Wetzschiefer hat viel Kieselgehalt, ist ungemein fein im Korn und dabei sehr hart; seine Farbe ist gewöhnlich gelblich weiss, grünlich weiss, auch wohl graulich grün.

Orthoceras- und Cypridinenschiefer haben ihre Namen von ihnen sie begleitenden Versteinerungen und gehören dem Devon Nassau's an.

Wegen seiner geologischen Bedeutung erlangt der Thonschiefer eine besondere Wichtigkeit, da er nach einer Seite übergeht in Glimmerschiefer, nach anderer Seite in Grauwackenschiefer; ersteres Gestein gehört den krystallinischen Schiefern, letzteres den sedimentären oder entschieden

Digitized by Google

klastischen Gebilden der Uebergangsformation an. Es schwankt der Thonschiefer somit zwischen zwei Hauptformationen und wird dadurch ein Zwittergestein, über welches man zweifelhaft bleibt, ob es in die Klasse der primitiven oder secundären Gesteine zu verweisen ist.

Die Unbestimmtheit, welche dadurch in das Wesen des Thonschiefers gebracht wird, scheint ihren Grund darin zu haben, dass er als ein ursprünglich krystallinisches Gestein zu betrachten ist, welches nach unten allmälig in Glimmerschiefer verläuft, während es nach oben sehr tief eingreifenden Zersetzungsprozessen unterworfen war; hierdurch erfuhren diese Gesteine im Laufe der Zeiten theilweise eine wiederholte krystallinische Umgestaltung und es entstanden aus ursprünglich gleichen Stoffen veränderte Varietäten.

Die Thonschiefer der Uebergangsformation sind häufig den Urthonschiefern so ähnlich, dass sie in ihrer äusseren Erscheinung von denselben nicht zu unterscheiden sind; starker Glanz und regelmässig gestreifte Spaltungsflächen, entschieden krystallinische Struktur sind nicht immer verlässige Kennzeichen für den Urthonschiefer, und besonders sei dies gesagt von jenen Thonschiefern, die in der Nähe eruptiver Granitmassen, den Uebergangsformationen angehörend, als metamorphische Schiefer beurtheilt werden müssen. Zu den Uebergangsformationen gehören die Griffel-, Wetz- und Alaunschiefer und andere Varietäten mit gelben, grünen, rothbraunen, rothen und violetten Farbtönen.

Schwarze und auch anders gefärbte Thonschiefer erscheinen selbst noch in den unteren Etagen der Steinkohlenformation[1]); diese enthalten nicht selten organische Ueberreste und sind vergesellschaftet mit Kieselschiefer und dünnschichtigen Kalksteinen, mit welchen sie wechsellagern; solche Thonschiefer enthalten häufig Posidonomyen und werden daher Posidonomyenschiefer genannt; in gleicher Weise ist der Alaunschiefer in der Steinkohlenformation anzutreffen, während der sogenannte Brandschiefer als ein äusserst bituminöses Gestein, selbst im obersten Glied der Karbonformation mit zahlreichen Einlagen von Fischen und Saurier-Koprolithen vorkommt und somit sich der Dyas-Formation[2]) nähert.

---

[1]) Im Steinkohlensystem treten in der untersten Abtheilung meistens dichte Kalke (Bergkalk, Kohlenkalk) auf, oder sie bestehen aus dem Kulm (Thonschiefer, Sandsteine, Grauwacke, Kieselschiefer) oder aus sehr groben Konglomeraten mit untergeordneten Sandsteinen und Schieferthonen. Ueber diesen marinen Bildungen lagert der flötzleere Sandstein. Die oberste Abtheilung dagegen besteht aus Sandsteinen (Kohlensandstein, Schieferthonen, Steinkohlen, thonigen Sphärosideriten und Kieselschiefer). An Versteinerungen treten in unübertroffener Ueppigkeit Kalamiten, Sigillarien, Lepidodendren auf und erscheinen hier zuerst Amphibien und luftathmende Thiere.

[2]) Das Dyas-System scheidet sich in das Rothliegende und in den Zechstein; ersteres wird von vorherrschend rothen Sandsteinen und Konglomeraten gebildet, letzterer vom Kupferschiefer, einem sehr zähen Kalkstein, Dolomit und Gyps. In Thüringen bezeichnet man die obere Schicht des Rothliegenden als Weissliegendes; den über den eigentlichen Zechstein lie-

Digitized by Google

Bemerkenswerth ist hier noch das Vorkommen von Thonschiefern in der Kreideformation; so kommt z. B. bei Vrem und Volosca in Istrien ein schwarzer bituminöser Schiefer vor, der zum Dachdecken Verwendung findet, aber dem eigentlichen Thonschiefer an Güte bedeutend nachsteht.

Die Zersetzung der Thonschiefer richtet sich nach dem geringern oder grössern Gehalt an Kieselerde; je grösser dieser Gehalt, je mehr widerstehen sie — wie dies beim Kieselschiefer in hohem Grade der Fall ist — der Verwitterung; die weicheren Varietäten blättern sich auf und zerfallen vollständig, wobei Eisenkies, Feuchtigkeit und Frost eine hervorragende Rolle spielen.

Im allgemeinen bildeten sich die Thonschiefer nicht nur in den palāozoischen Ablagerungen bis zum Kulm[1]) aufwärts, sondern man kennt sie auch aus jüngern Formationen, wie dies die Thonschiefer in Glarus nachweisen, die eocān sind.

Die Thonschiefer der Sudeten, die des Harzes, die von Westphalen und vom Rhein gehören theils dem Kulm an,. theils der Devon- und der Silurformation. In Bayern kommt dieses technisch so wichtige Gestein vor im Fichtelgebirge, in Oberfranken bei Ludwigsstadt, Gefrees, Lotharheil, in den Gegenden zwischen Hof und Plauen, unfern Steben, im Gebiete von Waldsassen in der Oberpfalz, am Ossaberge im Böhmerwald; ausserdem im übrigen Deutschland am Harze bei Goslar, bei Rüdesheim, Caub in Nassau, in Sachsen bei Lehesten, Wurzbach, Sonneberg, Meiningen, in Böhmen, Mähren, Schlesien, ferner am Rhein bei Oberwesel und Andernach, an der Mosel bei Reitstein, ferner in Westphalen im oberen Rührthale, in Nassau bei Dillenburg. Ausser Deutschland haben wir mächtige Schieferbrüche in Glarus und Graubünden, in Tyrol, Galizien, dann Belgien und Frankreich bei Angers, Charlesville, Anjou, Grenoble, ferner in Wallis, Cornwall in England und in Italien; nur die belgischen Schiefer und viele sächsische sind der Urthonschieferformation zuzuzählen, die meisten Dachschiefer andernorts gehören den Uebergangsformationen an.

---

genden Dolomit als Rauhwacke und Asche, welche beide auch häufig mit bituminösem Stinkkalk oder Stinkstein vergesellschaftet sind, während der Gyps vielfach von Steinsalz und Thonen begleitet ist.

In den untersten Schichten der Dyas finden sich dieselben Pflanzenreste wie in der Steinkohlenformation; der Kupferschiefer aber enthält eine Unmasse von Fischen und treten hier auch die ersten Saurier auf. Manche Zechsteine sind durch ihre mit sich führenden Brachiopoden charakteristisch ausgezeichnet, auch treten in der Dyas Versteinerungen auf, die jedoch den jüngern mesozoischen Formationen in viel höherem Grade eigen sind. Die Dyasformation wird auch wohl als permische oder Zechsteinformation bezeichnet.

In den Vogesen, wo das Dyas-System eine besonders grosse Ausbreitung erlangt hat, tritt als oberstes Glied der Vogesensandstein auf, der auch im Schwarzwalde sich entwickelt hat und unmittelbar der Trias vorgeht.

[1]) In einigen Gegenden erscheint als Aequivalent des Kohlenkalks ein aus Thon- oder Grauwackenschiefern und Kieselschiefern mit Kalkstein-Einlagerungen bestehendes Schichtensystem, welchem man den Namen Kulmformation (Posidonienschiefer) gegeben hat.

Digitized by Google

Die besten Wetzschiefer liefert Vieil Salm in den Ardennen.

Der Thonschiefer findet die verschiedenste Verwendung; der dickschiefrige, dessen Stärke bis zu 30 Zentim. vorkommt, dient nicht allein als Baustein, sondern auch zur Herstellung von Treppenstufen und Pflasterplatten, dann wird er zu Herd- und Ofenplatten, ferner zu Feuermauern verarbeitet; weniger ist er zum Wasserbau geeignet. Vorzüglich bewährt sich jedoch dieses Gestein als Dachdeckungs-Material, als Dach- oder Tafelschiefer; Kirchendächer, mit diesem Material gedeckt, weisen 300jährige Dauer nach, ohne wesentliche Reparaturen erlitten zu haben; als den vorzüglichsten Schiefer schätzt man den rheinischen; auch der englische Chablonschiefer wird von vielen Seiten aufs beste empfohlen, er ist leichter als der deutsche und kommt in viel grösseren Tafeln vor; in neuester Zeit findet bei uns auch der französische Dachschiefer vielfache Verwendung.

Guter Thonschiefer zum Dachdecken soll kein Eisen- und Manganoxydul und keinen Schwefelkies enthalten, weil er hierdurch in kurzer Zeit an der Luft zersetzt wird[1]), ferner erscheint er nicht anwendbar, wenn er eingesprengte Quarzkörner, Kalkerde und zu viele Kohlentheile in sich aufgenommen hat. Ist Dachschiefer porös, so nimmt er Wasser in sich auf und leidet durch den Frost; je weniger Wasser er absorbirt, wenn er eine gewisse Zeit untergetaucht wird (man kann dies durch Wiegen ermitteln), desto besser wird er sein.

Von dem Vorhandensein des Schwefelkieses kann man sich leicht überzeugen, wenn der Dachschiefer, zwischen Kohle geglüht, einen Schwefelgeruch giebt; enthält er Kohle, so verbrennt ein Theil derselben beim Glühen, und er wird am Gewicht verlieren. Braust Schiefer, mit Säuren behandelt, auf, so enthält er kohlensauren Kalk, wodurch er ebenfalls zum Dachdecken untauglich ist. Guter Schiefer soll, mit dem Hammer angeschlagen, hell klingen, sonst ist er rissig, und soll sich endlich leicht bohren lassen.

Nach Fresenius prüft man Dachschiefer derart auf seine Güte, dass man ein Stück davon in ein festgeschlossenes Glasgefäss, auf dessen Boden sich Schwefelsäure befindet, frei aufhängt; durch die sich entwickelnden Dämpfe wird guter Schiefer nicht angegriffen, geringe Sorten aber werden zerstört, indem sie auseinanderfallen.

2. Die Kalksteine.

Die Kalksteine (Calcite) bestehen im wesentlichen aus kohlensaurem Kalk und lösen sich in Säuren unter lebhaftem Aufbrausen auf; die am häufigsten vorkommenden Beimengungen sind kohlensaures Eisenoxydul

[1]) Der sich hier geltend machende Verwandlungsprozess ist beim „Verwittern" der Gesteine besprochen.

Digitized by Google

und kohlensaures Manganoxydul, ferner Thon, Kiesel, Bittererde, Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat, Kupferoxyd, Kohle, Bitumen etc.; der Bitumengehalt macht sich in manchen Kalken so geltend, dass sie frisch gebrochen einen lebhaft stinkenden Geruch entwickeln.

Die Farbe der Kalksteine ist ausserordentlich mannigfaltig, vom blendendsten Weiss in allen Nüancen, grau, gelb, roth, braun und schwarz in allen möglichen Abstufungen und Mischungen, bald einfarbig, bald vielfarbig auftretend, erscheinen sie gefleckt, geadert, gestreift, geflammt, gewolkt, und bilden dann, wenn zu ihrer schönen Farbe noch die Polirfähigkeit hinzutritt, jene Gruppe von Gesteinen, die man wohl mit dem generellen Ausdruck „Marmor" bezeichnet.

Alle Kalksteine weisen, mit Ausnahme der Kreide (wenn nicht immer mit blossem Auge, so doch mit Lupe und Mikroskop), krystallinisches Gefüge nach; ist dasselbe sichtbar, so nennt man sie körnige, im andern Fall dichte Kalksteine.

Die Härte sämmtlicher Gesteine, die kohlensauren Kalk zur Grundlage haben, steht den feldspathigen und quarzigen Gesteinen nach, und lassen sie sich mit dem Messer leicht ritzen.

Bei den Kalksteinen sind zwei Gruppen zu unterscheiden:

A. Der krystallinische Kalk.

B. Der dichte Kalk.

A. Der krystallinische Kalk

(Urkalk)

ist ein krystallinisch körniges Kalkgestein von sehr verschiedener Grösse des Korns, grob-, fein- und kleinkörnig, ins Dichte mit splittrigem Bruch übergehend, rein weiss von verschiedenen Nüancirungen, aber auch grau, blau, gelblich, selten roth, nicht selten wolkig und gestreift; glänzend, meist schimmernd, in verschiedenem Grade durchscheinend. Er ist der reinste kohlensaure Kalk und gewöhnlich in grossen Massen von Einmengungen frei, und nur manchmal enthält er fremdartige Mineralien, wie Glimmer, Talk, Asbest, Hornblende, auch Quarz und Feldspath, nebst verschiedenen Erzen, Magnet- und Schwefeleisen, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies und Graphit, letzterer giebt Veranlassung zu dunkelgrauer Färbung des Gesteins; hin und wieder findet sich im Urkalk edler Serpentin und zwar so vorwaltend, dass dadurch ein grün und weiss durchflochtenes Gestein unter dem Namen Ophicalcit (Verde antico) entsteht.

Der krystallinische Kalk ist theils ein massiges, theils geschichtetes Gestein; besonders durch Aufnahme von Glimmer erscheinen dünnschichtige Varietäten und Uebergänge in dem Kalksteinschiefer; andere Ueber-

Digitized by Google

gänge finden besonders im dichten Kalkstein statt, aus welchem sich in vielen nachgewiesenen Fällen der krystallinische Kalk durch Metamorphose gebildet hat.

Der älteste Urkalk gehört der Urgneisformation an, in der er in umschlossenen Stöcken und Lagern von verschiedenster Ausdehnung meistentheils regelmässig eingeschichtet ist; ähnlich gelagert erscheint der krystallinische Kalk aber auch in den Gebieten der krystallinischen Schiefer. Der im Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer eingelagerte Urkalk ist gewöhnlich hellfarbig, vorherrschend weiss, der im Uebergangs-Thonschiefer eingelagerte dagegen oft hellgrau bis dunkelgrau; und während der erstere ein sehr krystallinisches Gefüge hat, ist letzterer feinkörnig bis dicht.

In Bayern kommt der Urkalk im Glimmerschiefer des bayerischen Waldes und im Thonschiefer bei Waltersdorf (Bezirk Waldsassen), dann im Fichtelgebirge bei Wundsiedel und Hof in Oberfranken vor; im übrigen Deutschland findet man ihn an der Bergstrasse bei Auerbach, am Kaiserstuhl im Breisgau, bei Reichenbach in Schlesien, Altenburg in Sachsen, und in mächtigen Gebirgsmassen in den Alpen Salzburgs, Gasteins, bei Schlanders in Tyrol; dann ausser Deutschland in Graubünden, in Italien bei Massa Carrara; in Griechenland in der Landschaft Attika am Hymettus und Pentelikon, dann auf den griechischen Inseln Paros, Naxos, sowie am Vorgebirge Athos.

Der krystallinisch körnige Kalk, auch weisser oder karrarischer Marmor genannt, ist die Krone aller Gesteine, die je von Menschenhand bearbeitet wurden; er lieferte dem Prachtbaue und der Bildhauerkunst das edelste Material. Die erste Anwendung dieses Marmors verliert sich bis ins Dunkel der Geschichte. Die Aegypter, Hebräer, Phönizier kannten seine Verwendung, und Homer (3000 Jahre v. Chr.) besingt ihn. Nach Plinius (Liber XXXVI. 6) ist die Kunst, den Marmor in Platten zu schneiden, um damit Wandflächen zu belegen, von den Kariern erfunden, welche das aus Backsteinen erbaute Mausoloshaus zu Halikarnass mit prokonnesischem Marmor belegten (351 v. Chr.); die Römer lernten dieses edle Gestein in Griechenland schätzen und liessen es von dort, dann auch aus Asien und Afrika kommen. Zu Augustus Zeiten wurden alle bedeutenden Gebäude Roms mit Marmorplatten belegt und endlich ganz aus diesem Stein erbaut. Der Tempel der Vesta und mehrere andere, die Trajanssäule, der Triumphbogen des Titus und des Konstantin waren ganz aus Marmor erbaut, der zumeist aus den entferntesten Gegenden herbeigeschafft ward.

Man unterscheidet in der Baukunst antiken und modernen Marmor. Unter ersterem begreifen wir solche Marmorarten, deren Steinbrüche im Alterthum benutzt wurden, aber zum grössten Theil nicht mehr bekannt sind, und von denen wir Denkmäler, Säulen, Statuen, Gefässe u. s. w.

Digitized by Google

überliefert erhielten; unter modernem Marmor verstehen wir den, der noch heut zu Tage, besonders in Italien, gefunden und bearbeitet wird. Die Marmorarten, welche die alten Griechen vorzugsweise verwendeten, waren: der salische, der attische oder pentelische, der hymettische und der parische.

Der salische Marmor hat ein grobes, durchscheinendes, weisses Korn (wie von grobem Salz); der attische oder pentelische Marmor ist feinkörnig weiss, mit lichtbläulichem Schimmer, und zeichnet sich durch seine leichte Bearbeitung aus. Fast alle Kunst- und Prachtbauten, die Tempel Athens und der Akropolis waren aus diesem Material hergestellt; der hymettische Marmor war feinkörnig mit grauem Farbenstich; der parische ist feinkörnig mit gelbrosafarbenem Schein, sehr durchscheinend mit lebhaftem Glanz.

Plinius (Liber XXXVI. 5) nennt ihn Lychnitis (Lampenstein), weil er in den Steinbrüchen bei Lampenschein gewonnen wird, wie Varro angiebt; von den parischen Brüchen, heisst es weiter, erzählt man die Merkwürdigkeit, dass bei dem Sprengen eines Blockes, nur durch die Keile derer, die ihn auseinandertrieben, im Innern das Bild eines Seilenos entstanden sei.

Sehr geschätzt war ferner der thasische Marmor von der Insel Thasos im ägeischen Meer; der prokonnensische Marmor in der Propontis, dem jetzigen Meer von Marmora; der arabische Marmor, der alle guten Eigenschaften des parischen hatte, ihn jedoch noch an Weisse übertraf; auch der Marmor von der Insel Chios fand seiner Schönheit wegen vielfach im Alterthum Anwendung und gestattete Blöcke von jeder Grösse. Der weisse kappadocische Marmor war so durchscheinend, dass man ihn in dünne Platten zertheilte, um Fenster damit zu versehen[1]).

Die in unseren Museen aufgestellten schätzbaren Bildwerke des klassischen Alterthums weisen alle diese Marmorarten nach, und knüpfen sich an sie die unsterblichen Namen Phidias, Kallimachus, Polycletus, Praxiteles, Skopas, Euphranor, Lysippus u. s. w. In späterer Zeit waren es die Marmorbrüche von Carrara, die eine unendliche Fülle des schönsten Steinmaterials für alle Welttheile lieferten; ein Material, das seiner besonderen Weisse, seines feinkörnigen Gefüges, seiner unvergleichlichen Politurfähigkeit wegen, unübertrefflich und allein dazu befähigt ist, dass der Künstler das Ideal seines schaffenden Geistes darin verkörpere. Mit Bewunderung erfüllen uns die Kunstwerke eines Michel Angelo, Canova, Thorwaldsen,

[1]) Die Alten begriffen unter dem Namen „Marmor" alle harten Steine, deren Korn fein und deren Gefüge so dicht war, dass sie eine vollendete Bearbeitung zuliessen, und sich durch Politurfähigkeit auszeichneten; *Μαρμαρεῖν* heisst blinken — glänzen, und kam allen politurfähigen Gesteinen zu, so dass die Alten die Granite, Porphyre, Jaspise, die Alabaster etc. gleichfalls als Marmor bezeichneten. In gegenwärtiger Zeit nennt man streng genommen in erster Linie nur den krystallinisch körnigen Kalk des Urgebirges „Marmor".

Digitized by Google

Rauch, Schwanthaler, die dem todten Steine so beseligendes Leben einzuhauchen verstanden.

Der weisse Marmor wird an der Luft gelblich, zuletzt bräunlich; im Freien verwittert der Marmor, und zwar je schneller, je schlechter die Politur ist; er wird dann mit feinen Flechten und Moosgewächsen überdeckt und erhält dadurch eine dunkle Färbung. Die Verwitterung geht bei dem Marmor, ja selbst bei ein und demselben Stück sehr verschiedenartig vor sich; oft bleibt ein Marmorstück lange Zeit hindurch unversehrt, während bei einem andern sich bandförmige Streifen bilden und an diesen die weitere Verwitterung beginnt. Die Griechen haben, wie auch Plinius erzählt, den weissen Marmor oft künstlich gefärbt, man findet noch jetzt die Farbenspuren.

Oft ist der krystallinisch körnige Kalk von der Natur gefärbt. Die häufigsten Arten sind folgende:

Grauer Marmor. Der Tempel des Apollo Epikurius bei Phigalia in Arcadien war aus grauem, mit röthlichen Adern durchzogenem Marmor erbaut, der in der Nachbarschaft gebrochen wurde.

Hat der körnige Kalk viel Glimmer, ist er weiss, goldgelb, grau und dabei gestreift, geflammt, geadert, und spaltet er in gekrümmten Schalen, welche sich wie die Lagen einer Zwiebel leicht abblättern und seine Bearbeitung erschweren, nennt man ihn Cipollino oder Zwiebelmarmor; die alten Römer bezeichneten ihn mit dem Namen lapis phrygius, phrygischen Marmor. Die Brüche, welche diesen Marmor lieferten, scheinen auf der Insel Euböa (Negropont) gelegen zu haben. Jetzt findet er sich zu St. Maurici in den Oberalpen, in Savoyen, Piemont, in Korsica und den Pyrenäen. Dahin gehört auch der sogenannte Verde d'Egitto oder Cipollin von Polcheverra.

Der Marmor aus den Brüchen bei Pribon in Schlesien hat meistens eine hellbläulich-graue Farbe mit deutlich ausgesprochenen Streifen; der Marmor von Schlanders im Salzburgischen, der zu weniger hervorragenden Bildhauerarbeiten verwendet wird, auch ziemliche Weisse besitzt, hat wenig Transparentes und entbehrt vielfach den Reiz, den carrarischer Marmor in so hohem Grade besitzt.

Die Marmorbrüche von Carrara liegen an der Westseite der Apenninischen Alpen, zwischen Genua und Pisa, ganz in der Nähe des Golfs von Spezia.

Die Anzahl der hier bestehenden Marmorbrüche beträgt in Carrara 600, in Seravezza gegen 100, in Massa gegen 180. Am geschätztesten ist der Statuario di Falcovaja (Monte altissimo), von dem der Kubikmeter in grossen Blöcken bis zu 1500 Mark bezahlt wird (loco Bahnhof oder Hafen). Billiger ist der Satuario Carrara, der in Blöcken bis zu 1 Kubikmeter einen Durchschnittspreis von 466 Mark hat, in Blöcken über 1 Kubikmeter aber durchschnittlich 800 Mark kostet; bedeutend billiger

Digitized by Google

sind: Statuario venato, ein Bildsäulenmarmor mit schwarzen Adern, Bardiglio, dunkelbläulich mit schwarzen Adern; der Bianco Chiaro in 3 Sorten; am billigsten ist endlich der Ordinario, mit bläulichem Ton, und wird derselbe im durchschnittlichen Preise pro Kubikmeter mit 75 Mark zu Säulen, Gesimsen etc. verarbeitet.

Der Bardiglio fiorito hat aschfarbigen Grund mit schwarzen Zickzackadern, der Michio di Seravezza ist rothviolett gefärbt.

Krystallinisch körnige Kalke mit grauen Nüancirungen kommen in Bayern bei Wunsiedel, Waldsassen, Kemnath, Avensberg vor.

Ein theils sehr grobkörniges, theils feinkörniges bis dichtes schwarzes Kalkgestein, mit bedeutendem Kohlengehalt, dem Alaunschiefer Skandinaviens angehörend, kommt unter dem Namen Lucullan vor; auch in Belgien, in den Pyrenäen und in den Alpen ist dies Gestein in grösseren Ablagerungen anzutreffen. Auch die antiken schwarzen Marmore, wie der tenarische, der lydische, der alabandische und lucullische, letzterer von den Inseln Melos und Chios, gehören den krystallinisch körnigen Kalken an.

B. Dichter Kalkstein.

Die dichten Kalksteine haben eine so feinkörnige Zusammensetzung, dass sie dem unbewaffneten Auge als dichte Gesteine erscheinen; schon mit Hülfe einer guten Lupe wird man erkennen, dass anscheinend dichte Kalke krystallinisches Gefüge besitzen; die Anwendung des Mikroskopes giebt noch bestimmteren Aufschluss. Die dichten Kalkgesteine sind ausserordentlich verschieden in ihren Farben, in ihrer Struktur und in ihrem Alter; in letzterer Beziehung gehören sie nicht allein den ältesten sedimentären Gebilden an, sondern allen darauf folgenden Perioden der Erdbildung, und noch heute sehen wir Kalke durch Niederschläge aus dem Wasser sich bilden. Der Uebersichtlichkeit wegen sollen die Kalksteine hier ihrem Alter nach beschrieben werden.

a. Uebergangskalk (Grauwackenkalk); die Kalksteine der Silur- und Devonformation sind theils feinkörnig bis dicht, theils sehr massig, theils sehr dünn geschichtet und gehen wohl selbst in Kalksteinschiefer über; ihr Bruch ist mehr muschlig als splittrig, ihre Farbe wechselt in weissen, gelben, rothen, und in allen grauen Nüancen von bläulich-grau, schwärzlich-grau, rauch-grau, gräulich-schwarz; der Uebergangskalk ist hauptsächlich einfarbig, jedoch befinden sich in derselben Farbe oft hellere und dunklere Flecken und Streifen, auch ist das Gestein häufig von Kalkspathadern durchzogen. Bei gleichförmigem Gefüge und grosser Härte nimmt es schöne Politur an, so dass es sich als schöner Marmor erweist. Einige Uebergangskalke haben sehr wenige oder selbst gar keine Fossilien in sich, andere aber so vorherrschend, dass sie als Korallen- und Krinoiden-,

Digitized by Google

Stringocephalen- und Goniatitenkalk bezeichnet werden können. Zum Devonkalk gehört auch der Kalknierenschiefer oder Nierenkalkstein, der, von wulstigen Kalksteinnieren gebildet, im mergeligen Thonschiefer eingebettet ist. Weiteres ist zu erwähnen, dass die Kalksteine der Uebergangsformation auch als Breccien ausgebildet erscheinen; haben die Kalksteinfragmente dann schöne Farbe und Politurfähigkeit, so entstehen jene Gesteine, die als Trümmer-Marmor — Marmo brecciato — so sehr geschätzt werden.

Der Uebergangskalk kommt hauptsächlich in Stöcken und Lagern vor, erscheint aber auch in weit ausgedehnten und sehr mächtigen Schichtensystemen und setzt selbstständig bedeutende Berge ab; in Bayern kommt er im Fichtelgebirge, bei Hof, Stadtsteinach, Heinersreuth vor; im übrigen Deutschland findet man ihn in der Eifel, in der Gegend von Elberfeld, östlich von Cöln, am Harz bei Elbingerode; in Schlesien südlich von Oels, in Rheinpreussen bei Aachen, dann in den Bergen zwischen Rhein, Weser, Lippe und Lahn, in Sachsen, Böhmen, Mähren bei Olmütz, in Tyrol, im unteren Innthal, im Salzburgischen, in Steiermark, ausser Deutschland ist der Uebergangskalk stark vertreten in Belgien, Frankreich, England, Norwegen etc.

Er ist ein sehr guter Baustein und wurde als gelbrother Marmor vielfach zum Bekleidungsmaterial beim Bau der Walhalla verwendet; in Schweden schneidet man Fussbodenplatten aus diesem Gestein, die schwedischen Fliesen von bläulicher Farbe. Auch als Trottoirsteine kann man den Uebergangskalk gut brauchen, nicht aber zum Strassenbau und Strassenpflaster; hierzu ist das Gestein zu weich und wird zu feinem Staub leicht zerfahren, der bei trocknem windigen Wetter sehr belästigend wirkt. Vorsichtig muss man sein, die Kalkgesteine nicht mit thierischen Abfallstoffen in Verbindung zu bringen, da hierdurch leicht Mauerfrass entsteht.

Zu Feuerungs-Anlagen ist der Kalkstein nicht anwendbar, da er durch Hitze seiner Kohlensäure beraubt wird und dadurch an der Luft zerfällt.

Die meisten unter dem verallgemeinerten Namen „Marmor“ bekannten politurfähigen Kalksteine gehören zum Uebergangskalk und deshalb sowie wegen ihrer anderweitigen Benutzungsart gehören sie zu den wichtigsten Gesteinen für den Baumeister. Er findet sich in unendlich verschiedenen Nüancirungen, welche grösstentheils von den Arbeitern mit eigenen Benennungen belegt werden.

Die Marmore sind entweder einfarbig, in welchem Falle sie dann zu untergeordneten Arbeiten verwendet werden, wenn ihre Farbe nicht besonders lebhaft ist, oder sie sind, was viel gewöhnlicher ist, mehrfarbig. In letzterem Falle ist die Kalkmasse verschieden gefärbt, in Wolken, Streifen oder Adern und theils mit Kalkspathadern oder mit anderweitig gefärbten Kalkmassen durchzogen, so entstehen jene Marmor-Arten, die man

Digitized by Google

wohl als geadert, gebändert oder jaspirt, gestreift, gefleckt, getüpfelt, getigert, eingesprengt und punktirt bezeichnet. Zeigt die Marmormasse scharf begrenzte eckige Brocken und Trümmer, so nennt man den Marmor Breccia-Marmor, sobald die Stücke gross sind; sind sie klein, so nennt man ihn Brokatell-Marmor, bestehen sie aus Muschelversteinerungen, Lumachel-Marmor; zeigt ein Marmor baumartige Zeichnungen von Eisen- oder Mangandendriten, so nennt man ihn dentritischen Marmor. In Italien hat man von altersher den Marmor zu dekorativen Zwecken verarbeitet, und zeichnet sich dieses Land besonders als Fundgrube einer grossen Reihe der schönsten Marmorarten aus, von denen ein Theil als modern[1]), ein anderer grosser Theil als antik bezeichnet werden muss. Man unterscheidet der Farbe nach:

Weisse Marmore. Zu diesen gehören der Marmo Palombino, dicht, nicht körnig. Marmo Rezziato mit gelben Streifen auf weissem Grunde. Marmo Cipolazzo ist weiss und violett. Marmo Fior di Persico, auch Persehino genannt, ist weiss und grau mit karmoisin- und pfirsichblüthrothen Flecken. Marmo Pecorella, hat grosse weisse und rothe ineinander laufende Flecken mit einzelnen weissen Ringen. Marmo di sette basi, weiss mit rothen Adern. Marmo Serpentelo, Serpetiela oder Serparielo weiss mit rothen Streifen. Marmo Cotonello weiss mit menningrothen Streifen. Marmo Pavonazzo weiss mit rothen Bändern; alle diese Marmorarten sind antik und finden sich nur in den Ruinen römischer Bauwerke.

Gelber Marmor. Marmo giallo antico, aus Macedonien und Numidien, gelb wie Eidotter bis strohgelb und einfach gefärbt. Marmo giallo brecciato gelbe dunkle Flecke auf gelbem Grunde. Marmo giallo pagliocco strohfarben. Marmo giallo annulato gelb und schwarz geringelt und gefleckt. Marmo giallo e nero ebenso, aber die Flecke kleiner und weniger scharf; auch diese sind alle antik. In Frankreich bricht man im Vallée d'or den sogenannten Serancolin, der isabellfarben, roth und grau ist. Der Marmor von Tolonet ist gelb mit braunen und schwärzlichen Flecken. Der isabellfarbne Marmor aus den Pyrenäen gehört auch hierher. In Schlesien liefern die Brüche von Gross-Kunzendorf gelblich-weissen Marmor.

Rothe Marmore. Auch hier giebt es eine unzählige Menge; der berühmteste ist der Rosso antico, dunkelroth mit kleinen schwarzen Punkten und durchzogen mit kleinen Adern, dessen Brüche zwischen dem Nil und dem rothen Meere existiren; er ist selten und theuer. Der Griotte d'Italie hat eine schöne feuerrothe Farbe, ovale hellere Flecke und

[1]) Bei der folgenden Aufzählung der wichtigsten antiken und modernen Marmorarten wurde bei letzteren eine strenge Scheidung nach den Formationsgruppen nicht eingehalten, um das zusammengehörende Material nicht zu sehr zu zersplittern.

Digitized by Google

schwarze Spirallinie, die von Muscheln herrühren. Er kommt von Gaune bei Narbonne. Sehr schöne Abänderungen kommen auch in der oberen Garonne im Herault vor und sind unter dem Namen Rouge sanguin und beau Languedoc bekannt. Auf Sicilien findet sich ein rother Marmor mit bandartigen Streifen. Der heilige Balsam aus dem Var-Departement, der grosse rothe Marmor von Mont Ferrier im Arriège-Departement, der Incarnat von Valmingen im Aude-Departement sind roth und weiss und von der grössten Schönheit. Röthlicher Marmor mit gelben und violetten Bruchstücken bricht zu Alet und Tolonet an den Rhonemündungen. Der campanische Marmor ist roth mit grünen Glimmeradern. Der petit Granit besteht aus Versteinerungen (Trochiten), welche durch ein schwarzes Bindemittel verbunden sind. Er bricht zu Ecaussines bei Mons. Röthlicher Lumachell mit dergleichen Versteinerungen von sehr schönem Ansehen, bricht bei Saint-Amour am Jura, bei Brest etc. Bei Verona bricht ebenfalls rother Marmor und rosenrother bei Tirey. Ein sehr beliebter Marmor ist die Brocatella von Tortosa, in welcher Muscheln eingemengt sind. Zu den antiken Marmorarten gehören noch: der Marmo Breccio dorata hat grosse gelbe Flecken auf rothem Grunde, worin auch etwas Weiss vorkommt. Marmo fiorito ist flammförmig, roth und weiss gefleckt. Marmo di Porta santa non fiorito ist hellroth mit weissen Flecken. Marmo di Seme santo oder Marmo Arlechino ist dunkelroth mit kleinen dreieckigen weissen Flecken. Sehr ähnlich ist der Marmo di Seme santo di sette basi. Marmo Occhio di Pavone ist roth, weiss und gelb gefleckt. Marmo africano ist purpurroth und weiss gefleckt mit schwarzen Zwischenräumen, die thonartig zu sein scheinen. Ein ähnlicher und ebenso genannter Marmor bricht noch jetzt zu Seravezza und wird oft statt des antiken angewendet. Marmo africano fiorito ist weiss, purpurroth und gelb gefleckt. Die Flecken sind flammig, die Zwischenräume schwarz. Marmo rosso annulato roth mit weissen runden Flecken. Aehnliche Marmore sind: Marmo Brocatellone, Marmo Purichiello, Marmo Vendurino. Alle diese sind antik.

Zu den rothen neuern Marmoren gehören noch der Marmor von Roquebrune eine Meile von Beziers; er ist roth und weiss und man macht Säulen von 10 m. Länge daraus. Der Marmor von Cosne in der Nähe des vorigen ist incarnat und weiss, zuweilen in der Farbe variirend; auch er liefert schöne Säulen. Bei Moulins findet sich ebenfalls rother Marmor mit gelbem und blauem. In Vallée d'or zu St. Bear bricht ein schöner Marmor von fleischfarbenem Grunde, rothen Adern und weissen Flecken. In Schlesien findet sich rother Marmor bei Kaufungen.

Grüner Marmor. Er ist seltener als der rothe. Unter den antiken Marmoren ist der Marmo verde pagliocco grüngelb. Der spanische Brocatell hat eine grünliche Hauptmasse, in welcher kleine rundliche

Digitized by Google

isabellgelbe Körner liegen. Aehnlich findet er sich in Schweden und selbst unter den Gesteinen der norddeutschen Ebenen, in welchen die rundlichen gelben Körner Versteinerungen (Trochiten) sind. Der Marbre Campan ist grün und weiss, roth auch fleischfarben; die Brüche liegen bei Tarbes und geben sehr bedeutende Stücke.

Blauer Marmor; er ist sehr selten. Der antike blaue hat weisslichen Grund mit schieferblauen Adern und Streifen in ununterbrochenen Zickzacks. Der kleine antike von Staremma im Toskanischen ist weiss, blau oder grau geadert.

Violetter Marmor. Marmor mit gelben und violetten Bruchstücken durch ein violettes, röthliches oder grauliches Bindemittel verbunden, bricht zu Alet und Tolonet im Departement der Rhonemündungen. Die Breccien von Alep oder die Violetta antica zeigt grosse scharfkantige Bruchstücke durch ein violettes Cement verbunden. Aehnlich ist die Breccie von Montiers im Departements de l'Isère.

Brauner Marmor. Marmo Occhio di Pernice ist schwärzlich und dunkelröthlich mit weissen Flecken. Marmo Canella ist zimmtbraun; beide sind antik. Unter den sogenannten Lumachellen finden sich viele mit brauner Farbe. Unter den antiken Marmoren finden sich graubraune Lumachelle mit weissen durchscheinenden Adern; dergleichen mit vielen rosenfarbigen Streifen, die sehr schön und selten sind. Die seltenste ist die Lumachella Castracana, welche der erstgedachten sehr ähnlich ist, aber kleinere Muscheln hat. Die Lumachell von Astrakan besteht aus orangegelben Muscheln, welche durch ein Bindemittel von brauner Farbe verbunden sind. Sie ist sehr gesucht und kommt nur in kleinen Partien in den Handel. Es giebt auch eine gelbbraune Lumachella, in welcher kleine schwarze Muscheln dicht beisammen liegen und diese wird auch für antik gehalten.

Grauer Marmor. Der Marmo Bigio oder Bigio morato ist dunkel aschgrau. Der Marmo di Porta santa fiorito ist grau-weiss, mit geflammten purpurrothen Flecken; die porta santa der Peterskirche in Rom besteht daraus und beide sind antik. Die Breccia traccagnina hat gelblich grauen Grund mit nussgrossen Fragmenten. Marmo Occhio di Pavone antico ist aschgrau mit rothen augenförmigen Flecken und stammt aus dem Orient. Marmo Pidocchioso ist aschgrau mit kleinen weissen Flecken. Der Blankenburger Marmor ist aschgrau mit rothen Flecken, welche von versteinerten Strahlthieren herrühren; hierher gehören auch die sogenannten schwedischen Fliesen aus schwedischem Marmor. Im Koburg'schen und in Sachsen-Meiningen werden aus grauem Marmor Millionen kleiner Kugeln, die sogenannten Murmeln oder Schusser, angefertigt.

Schwarzer Marmor. Marmo nero, nero d'Egitto, von welchem eine Art auf der Insel Lesbos gebrochen wurde, kam bei den Alten später

Digitized by Google

in Gebrauch als der weisse. Er zeichnet sich durch schöne weisse Adern auf dunkelschwarzem Grunde aus. In der Gallerie des Pallastes Farnese befindet sich ein daraus gearbeiteter Apoll, im Museo Capitolino zwei Centauren und der Gott Aventinus. Einige Köpfe und Fussgestelle im Kapitol, namentlich die Büste Hesiods sind ebenfalls daraus gemacht. Marmo Paragone ist ebenfalls antik und sehr hart; Marmo ner'e bianca antica, das Leichentuch, hat dunkelschwarzen Grnnd, in welchem hier und da weisse kegelförmige Schnecken liegen. Marmo Breccia Pavonazza, schwarzer Grund mit runden weissen Flecken. Die Verzierungen im Klementinischen Museum bestehen daraus. Diese Marmorarten sind antik.

Frankreich besitzt sehr vielen schwarzen Marmor, theils dunkel, theils etwas grau, meist in der Nähe des ersteren, der aus den Departements der oberen Alpen, des Arriège, des Herault, des Tare, Isère und des Doubs erhalten wird. Auch Belgien enthält vielen, dahin gehört der Marmor von Dinant, von Namur, von Theux, von Spaa. Sie heissen gewöhnlich Brabantischer oder deutscher Marmor. Die Varietäten mit schwarzem Grunde und weissen Adern werden unter dem Namen St. Annenmarmor sehr häufig gebraucht und brechen in der Gegend von Maubeuge an der französischen Grenze, auch bei Blankenburg am Harze. Schwarzen mit weissen Flecken findet man zu Aubert im Arriège-Departement, zu Cascastel im Aude-Departement und Sauveterre im Departement der niederen Pyrenäen. Der Lumachell von Narbonne zeigt auf einem schwarzen Grunde weisse kegelförmige Schnecken (Belemniten). Der Lumachell von Lucyle-Bois hat schwarzen Grund mit krummen Linien, welche Durchschnitte von zweischaligen Muscheln sind. Der Marmor von Barbasan und Echet bei St. Bear hat schwarzen Grund mit weissen Adern und Flecken. Er liefert über 20 m. lange Blöcke und ist zu Säulen vorzüglich verwendbar. Sehr berühmt ist der Portor, ein Marmor mit schwarzem Grunde und gelben Adern, der am Cap Porto Venere an der Küste Genuas, zu St. Maximin im Var-Departement, zu Seissin im Isère-Departement und zu Cascastel im Aude-Departement bricht[1]).

b. Kohlenkalk (Bergkalk) gehört der Kohlenformation an und ist ein theils reiner, theils mit Bittererde, Eisen und Bitumen, oft auch mit Kieselerde gemengter, zum Krystallinischen sich neigender Kalkstein; meist einfarbig dunkel, grau und schwärzlich vorkommend, hat er jedoch auch hin und wieder helle Farben, weiss, gelb und roth. Er hat einen muschligen Bruch, ist sehr hart und gut politurfähig, so dass er sich als Marmor

[1]) Den Marmor und die Marmorbrüche des österreichischen Gesammtgebietes hat Prof. W. Bäumer einer näheren Erörterung unterworfen; siehe Zeitschrift des niederösterr. Gewerbe-Vereins 1875. S. 410.

Ein sehr vollständiges Verzeichniss der in Frankreich vorkommenden Marmore enthält Rondelet's l'art de batir tom. I.

Digitized by Google

bearbeiten lässt. Sehr häufige, accessorische Bestandtheile sind ausser Kalkspath, von dem das Gestein oft ganz durchzogen ist, Braunspath und Hornstein; ungemein reich an Versteinerungen, besonders an Korallen und Krinoiden und anderen Konchylien, giebt es auch Schichten, in denen organische Ueberreste nur sparsam auftreten oder ganz fehlen. Sehr geschätzt sind die Enkrinitenkalksteine und die breccienartigen, die geschliffen sich oft durch sehr schöne Zeichnungen auszeichnen. Der Kohlenkalkstein erscheint in verschieden mächtigen Schichten, bald bildet er sehr dicke Bänke, bald plattenförmige Lagen und giebt zu vielfach grossartigen Höhlenbildungen Veranlassung.

Sein Vorkommen ist in den Steinkohlengebieten in Deutschland in der Umgegend von Aachen und nördlich der Eifel, in Westphalen in der Gegend von Iserlohn und Arnsberg, in Schlesien zwischen Waldenberg und Freiberg sehr ausgebreitet; er tritt bis 700 m. mächtig in England und Irland oft über mehr als 1000 Quadratmeilen sich ausbreitend auf.

c. Zechstein der Dyas- oder Zechsteinformation angehörend, ist ein dichter, fester, schwer zersprengbarer, etwas thoniger und bituminöser Kalkstein, von vorherrschend grauem Farbton, flachmuschligem Bruch und deutlicher Schichtung. Er geht einerseits in Mergelschiefer, andererseits in Rauhwacke über. Von Accessorien sind Gyps, Kalkspathkörner, Bergkrystalle und Konkretionen von Brauneisenoker und thonigem Brauneisenstein zu erwähnen.

Die Mächtigkeit dieses Kalksteins erlangt in Deutschland am südlichen Harzrande, im Mansfeldischen und um Eisleben im Thüringer Walde, dann bei Frankenberg in Hessen, bei Hanau in der Wetterau, am Spessart gewöhnlich nur bis 6 m., oft aber steigt sie bis zu 30 m. Stärke.

Er ist ein sehr guter Baustein.

d. Muschelkalk[1]) besteht fast ganz aus zweischaligen und andern

---

[1]) Der Muschelkalk gehört der mesozoischen Zeit an, deren ältestes Gebilde das Triasgebirge mit dem Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper ist.

Die Triasformation umfasst den bunten Sandstein, den Muschelkalk und den Keuper. Der bunte Sandstein, der in Deutschland meistentheils den Zechsteinkalk überlagert, schliesst nach oben hin meistens ab mit Schichten, welche von Schieferletten, Gyps und Steinsalz führende bunte Mergel gebildet sind, und die unter der Bezeichnung „Röth" zusammengefasst werden. Dazwischen liegen auch wohl die sogenannten Wellendolomite. Sehr interessant sind die eigenthümlichen handförmigen Fussstapfen, welche im bunten Sandsteine des Odenwaldes, Schwarzwaldes, bei Jena und Hildburghausen gefunden wurden, die dem Chirotherium, einem Froschsaurier zugeschrieben werden; in Amerika sind auch im New-Red Fussspuren riesiger Vögel beobachtet worden; im allgemeinen aber ist der bunte Sandstein arm an organischen Resten, häufiger werden sie im Röth und im Wellendolomit. Von Pflanzen sind Schachtelhalme und araukarienähnliche Nadelhölzer vorherrschend; die im Röth sich vorfindenden thierischen Reste kommen auch meistentheils im Muschelkalke vor, der unmittelbar den Röth überlagert.

Von Versteinerungen kennt man hier Reste von mehreren Flossensauriern und andern Reptilien, so wie zahlreichen Fischarten. Von Ringelthieren treten die ersten Dekapoden oder echten Krebse auf, von Cephalopoden seltene Ammoniten, Ceratiten, Nautilen. Sehr stark ver-

Digitized by Google

Konchylien und hat flachmuschligen bis ebenen Bruch; ein grosser Theil dieser Gesteine zeichnet sich durch grosse Schwere und Härte aus, ist in der Regel dicht oder erdig, selten körnig, jedoch häufig mit eingesprengten Kalkspathkörnern versehen. Man findet ihn stets einfarbig rauchgrau, bläulich schwarz, gelblich auch röthlich; oft ist er sehr thonig oder Bittererde haltig (dolomitisch), zuweilen bituminös oder auch durch Kieselsäure durchzogen und kommen dann wohl Ausscheidungen von Hornstein, Flint, Quarzdrusen, Chalcedon in ihm vor. Von andern accessorischen Beimengungen sind Braunspath, Kalkspath und Cölestin zu nennen.

Mächtige Schichten des Muschelkalkes bestehen aus Ueberresten von Terebratulen, andere aus Stielgliedern von Enkriniten, und nennt man jenen Terebratulakalk, diesen Trochiten- oder Enkriniten-Kalk. Auf ähnliche Weise bilden sich die weitern Varietäten des Muschelkalks Turbinitenkalk, Gervillienkalk, Lima- oder Striatakalk; auch breccien- und konglomerat-artige Kalksteine kommen im Muschelkalke vor.

Als weitere Abarten ist der Wellenkalk und Schaumkalk zu nennen; ersterer bildet vorherrschend bei dünner Schichtung Ablagerung von wellenförmig runzeliger Oberfläche; letzterer zeigt poröse, fast schwammartige

---

treten sind die zweischaligen Gervillien, Terebratulen, die oft in ganzen Schichten abgelagert sind, und namentlich gehört das Geschlecht Myophoria in seinen zahlreichen Arten zu den Leitmuscheln des Muschelkalks. Von Strahlthieren treten ungemein häufig die Enkriniten auf, während Seesterne- und Seeigelreste seltener werden.

Mit Ausnahme der Alpengegenden ist der Muschelkalk in Deutschland dreifach gegliedert: der untere Muschelkalk oder sogenannte Wellenkalk geht in seinen obern Lagen in den Schaumkalk über, und wird überlagert von der sogenannten Anhydritgruppe; diese besteht aus Rauhwacke, thonigen und dolomitischen Gesteinen, die namentlich in Schwaben und Thüringen Anhydrit und Steinsalz in sich eingeschlossen haben. Die oberste Schichte des Muschelkalks endlich besteht aus dem Hauptmuschelkalk oder Plattenkalk mit dünnen thonigen und mergeligen Zwischenlagen und bildet das Hauptlager der Muschelkalkversteinerungen. Der den Muschelkalk überlagernde Keuper bildet ebenfalls drei Abtheilungen: die unterste besteht aus dem Kohlenkeuper oder der Lettenkohle und charakterisirt sich durch kohlenhaltige, an Sandsteinen ziemlich reiche, sonst meist thonige und thonig-mergelige Ablagerungen, die hin und wieder von Gyps, Brandschiefer und Salz, seltener von dolomitischen Mergeln begleitet werden. Einige Muschelkalkversteinerungen wie Lima striata, aber auch andere von eigenthümlichen Formen, dann Schalkrebsreste, ferner Equiseten und Calamiten treten hier auf, während von Wirbelthieren auch noch das Labyrinthodontengeschlecht nicht unvertreten ist.

Die eigentlichen bunten Mergel des Keupers sind sehr arm an Versteinerungen; im mittlern Keuper liegen in Süd- und Mitteldeutschland die sogenannten Schilfsandsteine äusserst reich an Pflanzenresten, die häufig nach oben hin in den Stubensandstein übergehen. Dann folgen Mergel von mehrfachem Farbenwechsel, sowie Dolomite und dolomitische Mergel.

Der nun folgende obere Keuper besteht aus mehrfachen aber stets nur dünnen Lagen von Sandstein und Mergeln und zeichnet sich aus durch Einlagerung von Knochenbetten; in dieser finden sich nicht nur Reste von Wirbelthieren, sondern auch die Koprolithen von vielen Sauriern, Fischzähne, Schuppen und Rückenstacheln. Die tiefer liegenden Sandsteine des obern Keuper (auch Rät genannt) weisen auch an manchen Orten (Tübingen) eine ziemlich reiche Flora nach, in welcher die Cykadeen und mehrere Farnen und Nadelhölzer eine Hauptrolle spielen. In den erwähnten Knochenbetten sind auch die ältesten Säugethierreste nachgewiesen, nämlich die Zähne von Beutelthieren.

Digitized by Google

Textur, deren runde, wie Nadelstiche aussehende Poren, stets mit blossem Auge zu erkennen sind. Nur selten treten im Muschelkalk oolitische und glaukonitische Kalksteine auf.

Seine Verbreitung ist eine sehr mächtige, in Bayern bei Rothenburg, Münnerstadt, Schweinfurth, Würzburg bis Mergentheim im Fränkischen, ferner bei Zweibrücken, Pirmasens, Bliescastel und Neustadt a. H. in der Rheinpfalz; dann in Thüringen (Eichsfeld und Reifenstein), im Göttinger Walde, in den Vorbergen des Harzes, im Teuteburger Walde, Braunschweig, Rüdersdorf bei Berlin, Jena, ferner bei Heidelberg, bei Heilbronn in Würtemberg, endlich im südlichen Alpengebiete, dann in Oberschlesien bis Sandomir in Polen etc.

Muschelkalk ist ein sehr gutes Baumaterial, das sich durch Dauer und Festigkeit auszeichnet, auch wird er viel zum Kalkbrennen verwendet, besonders in Norddeutschland; die thonhaltigen Muschelkalke dienen zum Wassermörtel. Ein Theil des Muschelkalks nimmt eine sehr schöne Politur an, wobei die einzelnen Querschnitte der Versteinerungen schöne Zeichnungen geben.

e. **Liaskalk**[1]) ist feinkörnig bis dicht, zähe und schwer zerspreng-

[1]) Der Liaskalk gehört der Jurassischen Formationsgruppe an, die sich unmittelbar auf den obern Keuper auflagert, und zerfällt in drei Hauptglieder; die unterste Abtheilung wird vom Lias oder schwarzen Jura gebildet und besteht vorherrschend aus thonigen und mergeligen dunklen Gesteinen mit untergeordnetem Kalk oder auch, wie das in Süddeutschland der Fall ist, mit Kalksandsteinen; letztere besitzen vielfache Einschlüsse von Gryphiten. Während für die Mergel der mittleren Abtheilung schöne Ammoniten charakteristisch sind, sind die bituminösen Mergelschiefer (Posidonienschiefer) mit Resten von Reptilien, Fischen, Pentakriniten und Schalthieren erfüllt und sind vorzugsweise die Fundstätte der Sepien. Die mittlere Abtheilung der Dogger oder braune Jura ist besonders in seinen untern Lagen reich an Eisen, welches sich zum theil in Form kleiner Oolithe als körniger Thoneisenstein (Eisenoolith) aufgehäuft findet und wohl mit dem Namen Unteroolith, dem der Grossoolith aufgelagert ist, näher bezeichnet wird. In England beherbergt der braune Jura den berühmten oolithischen Baustein von Bath (Portlandstein), den Bradfordthon und die Stonesfieldschiefer, die reich an riesigen Belemniten, prachtvollen Seelilien und Resten von Säugethieren, Reptilien und Insekten sind. Unbestritten zum weissen Jura oder Malm, der obersten Abtheilung der Jurassischen Formationsgruppe, gehören in Schwaben und Franken Mergel und helle Kalksteine und ganze Felsmassen aus Schwammkorallen, Seeschwämmen, mit trefflich erhaltenen Seeigeln und ausgeschiedenen Hornsteinmassen. Im würtembergischen Jura befindet sich ein blauer, an andern Orten grauer Thon mit prachtvollen verkiesten Ammoniten und Ornaten (Ornatenthon); in England unterscheidet man eine besondere Oxfordgruppe in der der blaue Thon von oolithischen Korallenkalken überlagert ist.

Mächtige Massenkalke und Dolomite nehmen an der Bildung des weissen Jura theil und geben besonders in der fränk. Schweiz und in der schwäb. Alp den Anlass zu den dortigen grossartigen Höhlenbildungen. Der petrefaktenreiche Korallenkalk auf der Höhe der schwäbischen Alp und die für den Paläontologen so wichtigen Reptilien-, Fisch-, Krebs- und Insektenreichen Plattenkalke und Kalkschiefer (lithographischen Steine) beschliessen in Süddeutschland die Jurassische Formationsgruppe.

In den dünnbankigen Kalken von Solenhofen befinden sich vorherrschend viele Reste von Wirbelthieren, Fischen und Insekten; auch treten neue Ammoniten, viele Schnecken, besonders Nerineen und Terebratulen etc. auf.

Digitized by Google

bar mit mattem, muschligem bis unebenem und splittrigem Bruch; er hat meistens dunkelgraue ins braune und schwärzliche gehende Farbe und enthält häufig Bitumen, Thon und Eisen, dann auch sehr viele Versteinerungen. Mancher Liaskalk besteht aus lauter Gryphyten, ein anderer aus Ammoniten, ein anderer aus Belemniten, und werden dergleichen muschelreiche Kalke, wenn sie politurfähig sind, als Lumachell-Marmore geschätzt. Die dunkelgefärbten Liaskalke erscheinen auch sehr häufig Netze bildend, von Kalkspathadern durchschwärmt. Man findet ihn in der Malsch in Baden, Neumarkt in der Oberpfalz und in der Gegend von Wasseralfingen (Würtemberg), dann bei Banz in Oberfranken.

Er wird als Baustein verwendet und giebt, da er thonhaltig ist, einen Wassermörtel.

f. Oolithkalk besteht aus kugelförmigen Konkretionen, die entweder dicht zusammengedrängt durch ein Bindemittel von dichtem oder erdigem Kalk zusammengefügt erscheinen, oder sie sind, wenn auch zahlreich, doch mehr vereinzelt in dichten oder feinerdigen Kalk eingewachsen. Der grössere Theil dieser Kalksteine gehört der Doggerformation an, oder dem braunen Jura und erscheint bald weiss oder hellfarbig, bald grau oder dunkelfarbig; ein Theil ist reich an Eisenoxydhydrat, daher rothbraun gefärbt (Eisenoolith). Die Oolithkörner sind oft nur mohn- und hirsekorngross, bisweilen erbsengross, selten bis nussgross; bald kugelrund, Ameiseneiern ähnlich, gewöhnlich koncentrisch schalig, bisweilen hohl und mit Muschelfragmenten im Innern. Als Accessorien erscheinen, ausser Kalkspath, Konkretionen von Hornstein und Chalcedon.

Sie kommen hin und wieder in grosser Mächtigkeit vor, namentlich im Juragebirge, im Breisgau, im nördlichen Deutschland und in Pommern; auf Rügen; dann im polnisch-galizischen Becken und vorzüglich in England und Frankreich.

Er wird als guter Baustein verwendet, auch als Lumachell.

g. Jurakalk des oberen weissen Jura hat vorherrschend weisse oder doch helle Farben, graulichweiss, gelblich- oder röthlichweiss, oft von Kalkspathadern durchzogen oder von Kalkspathkörnern durchsprengt. Der Bruch ist eben oder muschlig, splittrig im Kleinen; meist deutlich, bald dünn-, bald dick, zuweilen mächtig geschichtet. Dünnschichtige Gesteine bilden den Plattenkalk, sehr dünnschichtige den Kalkschiefer. Be-

---

Als eine Zwischenbildung zwischen Jura- und Kreideformation ist hier noch die Waaldenformation oder Wälderformation, eine vorherrschende Brackwasserbildung, zu nennen, die bald der erstern, bald der letztern zugerechnet wird; in Deutschland bestehen die hierher gehörenden Schichten in ihren untern Lagen aus Mergeln und Kalken, denen auch wohl Gyps und Steinsalz eingelagert ist; während die obere Abtheilung zu unterst aus Sandstein (Deistersandstein), zu oberst aus Thon (Waaldenthon, Waaldenclay) besteht. In letzteren treten an einigen Punkten Deutschlands Schieferthone und abbaubare Steinkohlenflötze auf; die Versteinerungen der Waaldenformation sind vorherrschend noch jurassische Formen.

Digitized by Google

rühmt ist der Jurakalk durch das Vorkommen der ungeheuren Anzahl von Versteinerungen und kennt man über 4000 Arten derselben, die theils der Pflanzen-, theils der Thierwelt angehören. Besitzt der Jurakalk im allgemeinen nicht die Härte, um eine schöne und haltbare Politur anzunehmen, so ist er doch theilweise als Marmor brauchbar und wird, besonders wenn er Spongiten oder Korallen vielfach in sich aufgenommen hat, als Lumachell oder Breccie verarbeitet. Hornsteinreiche Jurakalke, besonders in Italien z. B. bei Varese häufig vorkommend, nennt man Majolika. Die dünngeschichteten Gesteine zeichnen sich oft durch ihre zahlreichen und schönen Dendriten aus.

Sehr werthvoll sind die äusserst dichten und feinkörnigen und eine vollständig gleichmässige Masse bildenden Jurakalke, die das so unschätzbare Material für die Lithographie liefern, sie gehören den Plattenkalken an; die weniger feinen Plattenkalke verwendet man wohl zu Tischplatten, dünnergeschichtete zu Fussbodenplatten; hierbei legt man die einzelnen Plättchen zu schönen Dessins zusammen und benutzt die verschiedenen Nüancen des Gesteins von gelb, weiss, bis grau und blau, um einen angenehmen Farbwechsel im Bodenbelage zu erzielen; harte und dabei dünngeschichtete Plattenkalke ersetzen vielfach die Fensterbrettchen. Die 5 bis 8 mm. dicken Tafeln (Schiefer) dienen zum Dachdecken und erhalten daher meist die Form der gewöhnlichen gebrannten Dachplatten und werden wie Schiefer auf eine Bretterschalung aufgenagelt oder auch auf Latten. An Ort und Stelle dieser Kalksteinbrüche belegt man die flachen Dächer mit den aus den Brüchen ganz unregelmässig sich ergebenden Schiefern in verschiedenster Grösse, und befestigt sie ganz einfach durch darübergelegte Latten, die man mit grossen Steinen beschwert (ähnlich den Legschindeldächern). Diese Schiefer können jedoch dem Wetter nicht lange widerstehen, auf die Dachplatten setzen sich gern Moose an, die bald eine Zerstörung einleiten, auch leiden diese Steine sehr vom Frost, so dass die stärkeren zu Trottoirplatten nicht wohl verwendbar sind. Diese Kalkschiefer und Lithographirsteine kommen hauptsächlich in den Steinbrüchen von Solenhofen zwischen Eichstädt und Pappenheim vor und nennt man sie daher Solenhofer Steine oder Platten.

Den Jurakalk findet man umgeben von thonigen und mergeligen oolithischen Gesteinlagen, auch begleitet vom Dolomit. Er setzt sich vom Schweizer Jura gegen Nordost fort, bei Schaffhausen, vom Rhein durchbrochen, zieht er vom Schwarzwald abwärts durch Würtemberg, wo er die sogenannte Alp bildet, verfolgt das linke Ufer der Donau und tritt in Bayern ein, wendet sich einestheils nordwärts von Donauwörth, andererseits verfolgt er die Donau über Kehlheim bis Regensburg, wo er sich wieder nach Norden wendend bis Staffelstein fortzieht und dann in einzelnen Partien ins Koburgische ausläuft; in Norddeutschland findet man ihn am Harz, an einzelnen Stellen bei Goslar und Hildesheim, bei Minden

Digitized by Google

und auf der Südseite des Deistergebirges; in England gehört der viel verwendete Coral-rog und der Portlandkalk zum Jura.

Alle diese Gegenden sind reichlich mit diesem Kalkstein, der zum Bau ebenso vorzüglich ist, als zum Kalkbrennen, versehen. In Bayern sind berühmte Steinbrüche bei Kehlheim, Eichstädt, Pappenheim etc., wo ein weisser, dichter, öfters oolithischer Kalkstein in ungemein grosser Massigkeit vorkommt und mit zu den wichtigsten Bauwerken unserer Zeit benutzt wurde. So fand dieser Stein in München Anwendung beim Bau der Ludwigskirche, der Feldherrnhalle, des Siegesthors. Er lässt sich in den grössten Quadern darstellen, giebt grosse Säulenstücke, wird zu Treppenstufen verwendet, zu Monumenten und auch zur Skulptur, indem man nicht nur ganze Figuren daraus bearbeitet, sondern auch die feinsten und schärfsten Ornamentirungen in ihn einmeisseln kann. So sind an der Bibliothek die vier kolossalen Figuren Homer, Thucidides, Aristoteles und Hippokrates, dann die fein durchgebildeten Kapitelle der Feldherrnhalle aus Kehlheimer Jurakalkstein gefertigt; der Stein besitzt, wie dies viele Gebäude aus dem Mittelalter nachweisen, eine grosse Widerstandsfähigkeit den Atmosphärilien gegenüber, hat aber das Unangenehme, dass sich an den vortretenden Gesimsen häufig Flechten bilden, die dem Stein eine dunkle schwärzliche Färbung geben, wodurch die Wirkung der vortretenden Bautheile oft beeinträchtigt wird. In dem unteren Jurakalk kommen sehr häufig hell- und dunkelbraun geaderte und gefleckte Gesteine vor, die geschliffen und polirt einen ausgezeichnet schönen Marmor abgeben, der noch besonders interessant wird durch die Querschnitte der verschiedenen Versteinerungen, die höchst mannigfaltige Zeichnungen darbieten; diese Marmorarten erscheinen häufig zusammengesetzt aus zertrümmerten Stücken, die aber haarscharf in grader Linie an einander gepasst zu sein scheinen, solchen Marmor nennt man wohl Trümmermarmor oder Ruinenmarmor.

h. Alpenkalk ist eine allgemeine Bezeichnung aller deutlich sedimentären Kalksteine des Alpengebietes; es wurde derselbe früher theils der Grauwacke, theils dem Zechstein beigerechnet. Gegenwärtig sind die oft viel tausend Fuss mächtigen Ablagerungen des sogenannten Alpenkalkes in zahlreiche Glieder der Trias-, der Jura- und der Kreideformation aufgelöst und haben als solche die verschiedensten Namen erhalten.

So werden der alpinischen Trias zugerechnet in den unteren Lagen: Guttensteinerkalk und plattiger Muschelkalk; Virgloriakalk, Wettersteinkalk, Hallstätter Kalk und Dachsteinkalk in den oberen Lagen. Dem Lias gehören an: Hierlatzer und Adenther Kalkstein; dem Jura sind zuzuzählen: Vilserkalk, Barmsteinkalk, Auerkalk, rother Jurakalk der Alpen; unbestimmt ist der Tegernseer Marmor. Zur Kreideformation gehörig sind: Schrattenkalk, Sewenkalk, Scherbenkalk, Ruinenmarmor.

Der Guttensteinerkalk, der Hauptmuschelkalk der Alpen, ist mehr

Digitized by Google

oder weniger dolomitisch, meistens schwarzgrau gefärbt, seltener ist er rauchgrau, noch seltener kommt er in röthlichen oder gelben Farben vor, aber stets reichlich von weissen Kalkspathadern durchzogen. Fast ohne Versteinerungen ist er undeutlich geschichtet.

Der Guttensteinerkalk ist in den bayerischen Alpen sehr verbreitet und tritt fast überall da zu Tage, wo der Buntsandstein sichtbar wird, den er unmittelbar überlagert; so erscheint er im Berchtesgadener Gebiet, in der Umgegend von Reichenhall und westeinwärts bis zum Inn, im Wettersteingebirge, im Isarthale oberhalb Länggries am sogenannten Marmorbruche in der Burg, wie auch das Vorkommen des Muschelkalkes im Lechthale und weiter westlich bis zum Rheine nachgewiesen ist.

In Tyrol lässt sich dieses Gestein von Guttenstein, nördlich vom Schneeberge, durch die Nordalpen bis nach Tyrol hin verfolgen, wo es in der Nähe von St. Cassian und Buchenstein sich durch grossen Reichthum an Petrefakten auszeichnet.

Plattiger Muschelkalk ist ein schwarzer thoniger Kalk von dünner Schichtung, nahezu von der Beschaffenheit des Guttensteinerkalkes, und wird als schwarzer Marmor benutzt.

Mit dem Namen Virgloriakalk wird von mehreren Geognosten ein dem vorgenannten Muschelkalke sehr verwandtes, ihn häufig überlagerndes Kalkgestein bezeichnet, das theils dick, theils dünnschichtig bricht, sehr hart und kieselreich ist und Knollen und Lagen von Hornstein enthält; bei Bludenz, wo seine Schichten vertikal stehen, lassen sich Platten von mehr als 100 Quadrat-Meter Oberfläche ablösen, und wird dieser schöne schwarze Marmor zu Grabsteinen und verschiedenen andern Bauzwecken verarbeitet; anderseits ist dieser Kalkstein in den nördl. Alpen sehr verbreitet und scheint das Gebiet vom Wiener-Becken bis zu dem Rheinthale, wenn auch nicht in sehr mächtigen Schichten, zu durchstreichen.

Wettersteinkalk, ein dichter, selten krystallinisch körniger, weisser, ziemlich reiner, in grossen Bänken abgesonderter Kalk, der sich z. B. im Wettersteingebirge und der Zugspitze zu mächtigen Gebirgsstöcken aufthürmt und der untern Keupergruppe angehört; häufig spielt seine Färbung vom Weissen ins Röthliche und geht auch in intensiv rothe und gelbe Nüancen über.

Hallstätter Kalk ist dicht, von deutlich muscheligem Bruch, meist licht fleischroth, oder bräunlichroth, oder auch weiss, gelb, violett, oft sehr buntfarbig und schön marmorirt gezeichnet; durch zahlreiche Versteinerungen wird der Reiz dieses schönen Marmors der Alpen noch erhöht. Diese oft dolomitischen und selbst in Dolomite übergehenden Kalksteine sind sehr verbreitet und kommen massenhaft in Oesterreich im Salzburgischen bis nach Kufstein in Tyrol vor; weiter zieht sich dies Gestein bis Innsbruck. Auch in den bayerischen Alpen von Berchtesgaden über die Zugspitze bis Hohenschwangau finden sich diese Kalksteine in mächtigen

Digitized by Google

Schichten, oft mit krystallinisch feinkörnigem bis dichtem Gefüge, und erscheinen sie hier vorherrschend weiss gefärbt mit röthlichen und gelben Lagen durchzogen.

Hierher gehört auch der bekannte buntfarbig schillernde Muschelmarmor von Bleiberg in Kärnten, welcher sich auch im Lavatschthale, bei Hall in Tyrol mit ähnlichen Eigenschaften wiederfindet. In den lombardischen Alpen erscheint der hellfarbige Eier-Kalkstein als der Vertreter des Hallstätter Kalks.

Der Dachsteinkalk, welcher die Grenze zwischen der Trias- und Liasformation bildet, ist ein dichter bis feinkörniger, in mehr oder weniger mächtigen Schichten vorkommendes Gestein, das durch die organischen Einschüsse der Dachsteinbivalve und mächtiger Büsche von Lithodendron besonders gekennzeichnet erscheint; man unterscheidet wohl grauen, weissen und bunten Dachsteinkalk, und sind dieselben häufig durch Kalkspathadern durchzogen und mit feinen Kieselnadeln durchsetzt. Die Verbreitung dieses Gesteins ist eine äusserst mächtige, der ganze Alpenzug von Wien, Steiermark durch Kärnthen und Tyrol bis in die venetianischen und lombardischen Alpen weist gigantische Ablagerungen nach, ebenso das bayerische Alpengebiet und hauptsächlich die Gebirge von Berchtesgaden, das steinerne Meer, die Funtenseetauren, der benachbarte hohe Göhl etc.

Dem Dachsteinkalke erscheinen an vielen Orten die Starhemberger Schichten eingelagert; es sind dies gelbe, dichte bis körnige Kalksteine mit einem grossen Reichthum an organischen Ueberresten und finden sich am ausgebildetsten am Schlosse Starhemberg bei Piesting.

Der Adnether Kalk, bei Adneth in der Nähe Halleins in zahlreichen Steinbrüchen vorkommend und sich über ein weiteres grosses Gebiet unserer Alpen verbreitend, ist gleichfalls vorherrschend dünnbankig geschichtet, im Bruch uneben knollig, aus linsenförmigen Kalkpartien zusammengesetzt. Die Gesteinsfarbe ist vorherrschend dunkelroth, roth, gelb, weiss gefleckt und geadert. Durch Einmengungen von lebhaft farbigen Hornsteinknollen, Kalklinsen, Knollen und Nieren mit Eisen- und Mangangehalt erhalten die geschliffenen Steine oft ein schönes breccienartiges Aussehen, das noch erhöht wird durch die Menge von Versteinerungen, wobei hauptsächlich Ammoniten und Nautilen vorherrschen.

Der Hierlatzer Kalkstein ist sehr dicht, selten feinkrystallinisch, von vorherrschend heller Färbung, weiss, meist aber lichtroth, nur selten gelblich; dabei mischen sich diese verschiedenen Farben in Flecken, Streifen und geflammten Partien so, dass sie ein schönes marmorirtes Aussehen annehmen. Da das Gestein sehr schöne Politur annimmt, so findet es als Marmor vielfache Verwendung, so z. B. in den Steinbrüchen von Füssen, Schwangau, Ettat; charakteristisch für den Hierlatzer Kalk ist die häufige Aufnahme von Krinoideenstielen, die hin und wieder so massenhaft in dem Gestein auftreten, dass die sogenannten Krinoideenkalke

Digitized by Google

entstehen; er wurde zuerst auf dem Gipfel des Hierlatz bei Hallstadt aufgefunden und tritt meistens nur dünnplattig auf; auch auf dem südlichen Abfalle der Alpen in der Lombardei findet man diese Liaskalke gleichfalls dem Dachsteinkalke aufgelagert; hierher gehören die schon lange bekannten rothen Kalksteine von Erba bei Como, welche sich einerseits bis Induno, andererseits bis nach Brescia hin verbreiten; auch die Apenninen sind reich an diesen schönen, vielfach verwendeten Marmorarten, so sind besonders vielfach verwendet der dunkle Marmor von Moltrasio in den lombardischen Alpen, der Calcare salino in Toscana, die Marmore von Saltrio und Arzo.

Vilserkalk ist ziemlich rein, weisslich, zuweilen röthlich oder grau; massig, ohne eigentliche Schichtung ist er vorherrschend dicht und erscheint bisweilen durch vielfache Aufnahme von Krinoideenresten krystallinisch; sein Bruch ist flachmuschlig bis splittrig; er trägt seinen Namen von dem Orte Vils bei Füssen. In den österreichischen Alpen findet man den Vilser Kalk am Gurstberge bei Windischgarten, und ist auch wohl hierher der graue Kalkstein von Grossau zu rechnen.

Barmsteinkalk ist graulichweiss, dicht und erscheint häufig als ein gemengtes Gestein, indem es krystallinische Partien, Hornsteinfragmente und grünlich oder röthlich gefärbte Thonsteinknollen in sich einschliesst; bisweilen erscheint es durch zahlreiche Einschlüsse von Polythalamien oolithartig; sind kleine rundliche Kalksteine neben den Hornsteinpartien eingebettet, so erhält das Gestein ein breccienartiges Aussehen.

Diese Gesteinsart findet sich nur in den östlichen Alpen von der Umgegend Rupoldings an bis zur Ostgrenze, und gewinnt in dem Salzachbezirke grosse Ausdehnung.

Auerkalk ist dunkel grau bis graulichweiss gefärbt, dicht ins feinkörnige übergehend, mit kleinmuschligem bis splittrigem Bruch. Das Vorkommen des Auerkalks beschränkt sich auf das Bregenzerachthal, welches bei Au diese Gesteinsmassen durchbricht.

Rother Jurakalk der Alpen ist dicht, zuweilen krystallinisch feinkörnig; dunkeleisenroth mit lichtgrünen Flecken, Streifen und Adern, Knollen und Brocken von dichtem Kalk erscheinen in einer kalkartigen Teigmasse, oft von Kalkspathadern durchzogen, eingebettet, sowie auch Hornstein sich in kleinern Partien dem Gesteine beigesellt. Das stellenweise ausgezeichnet plattenförmig brechende Gestein wird in den Steinbrüchen am Haselberg und am Westernberg in der Nähe Rupoldings gewonnen und als sogenannter rother Marmor verwendet.

Hierher sind auch wohl die rothen hornsteinreichen Kalksteine zwischen St. Veit, Lainz und Hitzig bei Wien zu rechnen, ferner die am Kernkogel bei der Grossau, im Pechgraben und an der Vorderlegstätte bei Aussee vorkommenden hellgrauen Kalksteine, endlich die grauen Kieselkalke, die wohl als Schichten von Oberalm bei Hallein bezeichnet werden.

Digitized by Google

Als die jüngsten Bildungen des Jura werden in den österr. Alpen die Nerineenkalksteine des Plassenbergs bei Hallstadt und des Sandlings bei Aussee betrachtet; diese breccienartigen Marmore sind oft blendend weiss, zum theil aber auch gelblich oder bräunlich und zeichnen sich durch Aufnahme von sehr vielen Nerineen aus und sind identisch mit ähnlichen Jurakalken Salzburgs, Mährens und Frankreichs.

In den lombardischen und venetianer Alpen zählt man auch die meisten jener hellfarbigen Kalksteine, welche unter dem Namen Majolika bekannt sind, ferner die rothen Marmore von Roveredo und die des Ampezzaner Thales dem weissen Jura zu.

Nur unsicher als jurassisch bezeichnet Gümbel den Marmor von Tegernsee, da derselbe gänzlich ohne alle Leitfossilien ist, und seine undeutlichen Lagerungsverhältnisse eine genaue Bestimmung nicht ermöglichen. Diese schönen, so vielfach technisch benützten Marmorarten aus der Umgegend Tegernsees zeichnen sich durch warme röthliche und weissliche Färbung und hohe Politurfähigkeit vortheilhaft aus. Das Gestein lagert in massigen Bänken und gestattet die Gewinnung mächtiger Blöcke. Eine durch alle Bänke sich gleichbleibende fasrig-wellige, gekrümmte oder zusammengefaltete Schichtung charakterisirt die Masse im Kleinen, während ein Komplex solcher Schichten zur festen, grossen Kalkbank dicht verwachsen ist. An diesen charakteristischen Streifungen mit wechselnder röthlicher und weisslicher Färbung ist der Tegernseer Marmor leicht zu erkennen.

Die Verbreitung des alpinischen Jurakalkes ist eine so allgemeine, dass alle unsere Alpengebirge, fast ohne Ausnahme, ihn nachweisen.

Schrattenkalk (den ältesten Kreideschichten angehörend)[1]) ist ein dichter, grau gefärbter Kalkstein, gut zum Kalkbrennen.

---

[1]) Die Kreideformation, auch procäne Formation genannt, umfasst die jüngsten der secundären oder mesozoischen Ablagerungen und baut sich unmittelbar über den Waaldenschichten oder dem Jura auf.

Die untersten Schichten enthalten die Neocombildungen, welche in Norddeutschland z. B. am Teutoburger Walde Eisensteine, Thone und Sandsteine mit vielen Terebrateln, Seeigeln und Austern enthalten, während Ammoniten, Nautilen und Belemniten seltener werden. In den Alpen ist das Neocom vorherrschend durch Mergel und Kalke vertreten, und sind hier die Aptychenkalke, Kaprotinen- und Schrattenkalke namhaft zu machen. Auf dem Neocom folgt der Gault, vorwiegend mit Schiefer- und Mergelthonen viele Turbiliten, Ammoniten, Belemniten, kleine Schnecken und Muscheln enthaltend; namhaft ist hier der Spententhon Englands und Norddeutschlands zu machen, so wie der Flammenmergel. Lokal kommen im Gault auch wohl Zwischenlagen von Sandsteinen vor, wie z. B. der Hilssandstein und die Gaultgrünsteine der Alpen, Frankreichs und der Karpathen. Ueber dem Gault lagert sich dann das Cénoman, das Turon und das Sénon ab; dem Cénoman oder der untern Plänerbildung sind die mächtigen Quadersandsteingebirge Sachsens, Schlesiens und Böhmens mit den ältern Plänereinlagerungen zuzurechnen; in Norddeutschland beginnen die hierher zu zählenden Schichten mit Grünsand, die aber in graue, oft an Ammoniten und Inoceramen reiche Mergel übergehen. Dem Turon oder der obern Plänerbildung entspricht die graue englische Kreide ohne Feuersteine und die

Digitized by Google

Sewenkalk ist dicht, lichtgrau bis röthlich gefärbt, dünnschichtig, flasrig, knollig, von schwarzen und grauen oder rothen Thonpartien, seltener von Hornsteinausscheidungen durchzogen.

Ruinenmarmor, ein mergeliger, dünnschichtiger, lichtgelblich-grauer, spröder, kurzmuschlig brechender, von zahlreichen Rissen durchzogener Kalk, auf dessen Rissflächen aus feinem Eisengehalte sich eigenthümlich rothfarbige Flecken und Streifen erzeugen; letztere erscheinen beim Schleifen als ruinenartige Zeichnungen und machen das Gestein, namentlich im Wienerwalde, zu einer beliebten Marmorart.

In den jüngeren Kreidegebilden kommt noch die Rudistenbreccie vor, ein aus Kalkstücken mit meist dichtem, feinkörnigem Kalkbindemittel verkittetes Gestein und röthlicher Färbung mit Uebergängen in graue und weisse Nüancen, häufig mit kleinen hellrothen Punkten getupft; auch die berühmten Marmorbrüche am Untersberge, die das herrliche Material zu König Ludwigs Kunstwerken lieferten, gehören hierher; im Veitsbruch westwärts und im hohen oder grossen Bruch ostwärts wechseln dickbankige Marmorlagen voll Rudisten-Ueberresten mit grauen Mergeln und Hornsteinbreccie, so dass kein Zweifel darüber besteht, dass der Untersberger Marmor der jüngeren Kreide angehört.

Fasst man diese reichgegliederten Gesteinsgruppen unter dem Kollektivnamen Alpenkalk zusammen, so ist im allgemeinen zu betonen, dass der Alpenkalk kein reiner kohlensaurer Kalk ist; er enthält mehr oder weniger thonige Bestandtheile, Bittererde, Kiesel, die verschiedensten Metalloxyde, vorherrschend die von Eisen, Mangan, Kupfer, er enthält weiteres häufig Bitumen und kohlige Theile; durch diese Beimengungen erscheint das Gestein in allen erdenklichen Farbennüancen, theils einfarbig, theils vielfarbig, geadert, gefleckt, gestreift, geflammt, dabei häufig von Kalkspath durchzogen, und oftmals von Hornstein und vielfachen Versteinerungen durch-

---

sogenannte chloritische Kreide Frankreichs, die grau und gelb gefärbte Mergel in sich beherbergt; in Norddeutschland und auch zumeist im böhmischen Becken kommt ein mergeliger Pläner vor, der reich an Seeigeln, Skaphiten, Inoceramen und Tenebrateln ist. In Südeuropa und in den Alpen liegen im Turon die Hippuritenkalke.

Der Sénon umfasst die eigentliche weisse Kreide, die obern weissen Kalke Südfrankreichs, den Sewenkalk und den Sewenmergel mit Rudistenkalken der Alpen und den obern Quadersandstein Schlesiens und Regensburgs; dasselbe Ueberwiegen von Sandsteinen mit sandigem Mergel ist im Nordosten des Harzes zu beobachten, während andernorts mächtige, an Schwämmen reiche Korallenkalke an die Stelle der Sandsteine treten; darüber folgen dann Thone und Mergel. In Westphalen treten Grünsandmergel reich an Fischen auf und werden von Thonen und kreidigen Mergeln überlagert, die äusserst reich an Belemniten, Turriliten, einzelnen Ammoniten, Muscheln und Seeigeln sind. Die obere Abtheilung des Sénons ist die Kreide mit Feuersteinablagerungen, sehr mächtig und ausgezeichnet vertreten in Rügen, dann nördlich vom Wesergebirge, bei Mastrich, Paris und in England. Den Schluss der Kreideformation bilden bei Mastrich die lokal entwickelten Kreidetuffe und in Dänemark die dänische Kreide, welche Versteinerungen in sich birgt, die bereits tertiären Charakter angenommen haben.

Digitized by Google

setzt, und liefert so eine Unmasse der verschiedensten Marmorarten, die sich vielfach durch den Reiz ihrer Schönheit und durch vorzügliche Politurfähigkeit auszeichnen.

In ausserordentlicher Mächtigkeit verbreitet sich der Alpenkalk in der nördlichen und südlichen Alpenkette der Schweiz bis in die Oesterreichischen Alpen von Steiermark, Kärnthen etc. In Bayern tritt er im Allgäu ein und bildet von Füssen aus den ganzen oberbayerischen Gebirgszug mit gewaltigen Höhen: der Zugspitze bei Partenkirchen mit 3100 Meter, des Watzmann bei Berchtesgaden mit 3167 Meter, des Untersberg mit 2073 Meter, er begleitet in den wildesten Formen und langen Strecken die Ufer der aus Tyrol tretenden Bergströme und verlässt dann Bayern wieder, indem er sich ins Salzkammergut Oesterreichs hineinzieht, um dort noch bedeutendere Berge zu bilden.

In der Baukunst machen wir von dem Alpenkalk den weitgehendsten Gebrauch; überall, wo er vorkommt, liefert er einen unerschöpflichen Vorrath der schönsten Bausteine und Material zu Verkleidungs-, Tisch- und Trottoirplatten, zu Trottoirsteinen, Kaminen, Treppenstufen, Fenster- und Thüreinfassungen, Grabmonumenten, Futtertrögen, Wasserbehältern, Briefbeschwerern etc. Ueberall, wo Alpenkalk vorkommt, finden wir Marmorbrüche, die vorzüglich geschätztes Material liefern; vielfach hat sich die Industrie dieser Brüche bemächtigt und treibt mit dem bereits verarbeiteten Marmor einen nicht unbedeutenden Handel; so befinden sich in Rorschach in der Schweiz sowie in Salzburg bedeutende Niederlagen von Marmorartikeln in grösster Auswahl. In Oberbayern nennen wir die Marmorbrüche von Füssen und Hohenschwangau, Ammergau, Ettal, dann von Tegernsee, Berchtesgaden und vom Untersberg. Der Marmor vom Untersberg ist in München in sehr grossartiger Weise zur Anwendung gekommen, das Theater, die Glypthotek, das Ausstellungsgebäude, die Ruhmeshalle vor der die Bavaria steht, die Propyläen sind von diesem herrlichen Stein; am letzteren Bau wurden Architravstücke verwendet von 8,20 Meter Länge, 1,50 Höhe und 1 Meter Dicke, die eine Last von 23500 Kilogr. repräsentiren. Sehr geschätzt sind die bunten Marmorarten der Brüche von Adneth und Wiesthal bei Salzburg, die ebenso wie die Brüche des bayrischen Oberlandes die verschiedensten Farbenspiele nachweisen; bald roth und weiss, bald roth und graugelb, bald hellroth in dunkelroth mit weissen Adern und Flecken, dann grau und lederbraun gefleckt, auch wohl braun in braun, grau mit weissen Adern, grau und schwarz gefleckt, schwarz mit weissen Adern, alle diese Marmorarten in den mannigfaltigsten Zeichnungen, bald sparsam gefleckt und geadert, und zwar in feinen Flecken und Linien, dann wieder reichlich gefleckt und geadert in grossen Flecken und starken Linien; die Variationen in Farbe und Zeichnung nehmen kein Ende. Noch wäre hier eine seltene Marmorart aus der Kärnthener Alpenkette bei Bleiberg zu erwähnen, der opalisirende Muschelmarmor (Holwin-

Digitized by Google

tolith), der seiner Kostbarkeit wegen, nur in feinen Platten geschnitten, zu Mosaikarbeit verwendet wird.

Der Alpenkalk und zwar die wenig verunreinigten Sorten, meist von ganz heller Farbe, werden zum Kalkbrennen verwendet, theils als Steinkalk, unmittelbar aus dem Bruch genommen, oder als Lesekalk, den die Bergströme in Geröllen und Geschieben in wahren Unmassen in die Ebene herabführen.

i. Die Kreide ist ein kohlensaurer Kalk von feinerdiger, meist lockerer Struktur und deshalb abfärbend, man hielt sie früher für amorphe kohlensaure Kalkerde; gegenwärtig jedoch ist festgestellt, dass die Kreide vorherrschend eine Meeresbildung ist, die zumeist aus kleinen mikroskopischen Thierchen, der Klasse der Foraminiferen angehörend, besteht. Aehnliche Ablagerungen von mikroskopischen Thierchen mit Kalkpanzer (Rhizopoden, Bryozoen, Polythalamien) bilden sich in unsern Meeren noch heute und liefern den Stoff zu späteren Kalkgebirgen!

Die die Kreide bildenden Körperchen erscheinen als kleine elliptische Scheiben von $^1/_{300}$—$^1/_{100}$ Linien Durchmesser, welche an ihrem Rande von einem gegliederten Ringe eingefasst sind und erst bei 300maliger Vergrösserung aber vollkommen deutlich wahrnehmbar werden. Bei der ausserordentlichen Kleinheit der Foraminiferen ergiebt sich, dass von denselben in einem Kubikzentimeter über eine halbe Million enthalten sein muss.

Im Bruch ist die Kreide theils fein, theils groberdig und je nach ihrer Härte theils eben, uneben und selbst ins splitterige gehend; ihre Schichtung ist meist mächtig und undeutlich.

Als Einmengungen sind in der Kreide Thon, quarziger Sand, Chlorit und Grünerde am meisten vertreten, aber auch Feuerstein und Flint erscheinen oft vorkommend von verschiedener Form und Grösse und liegen lagerweise und regelmässig in verschiedenen Niveaus geordnet, wodurch die Schichtung der Kreide deutlicher hervortritt; ein weiteres accessorisches Gemenge der Kreide ist Glauconit, ein der Grünerde ähnliches Mineral.

Durch Aufnahme von Thon, Kieselerde und Sand entstehen die Kreidemergel oder Tripel; durch poröses, löcheriges Ansehen der Kreidetuff.

In einigen Gegenden erscheint die Kreide verhärtet als Kreidekalk oder Plänerkalk; als solcher erscheint er theils dicht, theils mergelig, aschgrau bis gelblichgrau gefärbt, zuweilen durch dunklere Streifen geflammt, theils körnig, fast krystallinisch gelblichweiss, oft mit Sand vermengt und dann in Sandstein übergehend. Wo Plänerkalk in grossen Massen vorkommt, wird er als Baustein benutzt.

Die Kreide gehört der letzten grossen Sedimentbildung aus der Reihe der sekundären oder mesozoischen Formation an, die auch den Namen Kreideformation (Procänformation) führt; sie kommt in ungemein mächtiger Verbreitung vor; so steht die weisse Kreide auf der Insel Rügen bei

Digitized by Google

Stubbenkammer in Felswänden bis zu einer Höhe von 121 m. an und steigt ähnlich auf der Insel Möen und am Stevens Klint auf Seeland in schroffen Felsen über den Meeresspiegel empor, während auf der Insel Wollin die graue Kreide vorherrscht; ferneres massenhaftes Auftreten der Kreide findet statt bei Dover in England und an der Küste zwischen Brighton und Beachy-Head in den schönsten Profilen entblösst, und ebenso bildet sie in Frankreich, im Thale der Seine steile mauerähnliche Gehänge und höchst abenteuerliche Felsen; ähnliche Formen wiederholen sich an den Küsten der Normandie, Spaniens, Gibraltars und im Kreidegebiete Südrusslands.

Weitere bedeutende Kreideablagerungen findet man in Holstein, bei Paderborn, Osnabrück, im Harz bei Goslar, in Sachsen bei Dresden, in Schlesien, in Böhmen bei Teplitz und Prag, in Mähren, in den Sudeten und Karpathen, in Rheinpreussen bei Aachen; in Bayern tritt die Kreide hauptsächlich in der Donaugegend bei Kehlheim und Regensburg auf.

Wenn auch die weisse Kreide als ein Glied der obern Kreideformation betrachtet wird, so kommen doch auch ähnliche Kalke in andern Formationen vor; so enthält der russische Kohlenkalkstein ähnliche Polythalamien; und auch im bayerischen Oberlande z. B. bei Partenkirchen wird eine Kreide gegraben, die dem Diluvium angehört.

Die weisse Kreide findet sowohl in rohem wie auch in geschlämmtem Zustande, als Schlämmkreide, vielfache technische Verwendung und wird besonders die Champagner-Kreide ihrer Reinheit und Zartheit wegen besonders geschätzt; sie dient hauptsächlich zum Grundiren von Kalkwänden, zum Putzen und Poliren von Metallen, als Zusatz zu Kitten, als Verdickungsmittel verschiedener Farbestoffe etc. Legt man Kreide in Wasserglas, so verwandelt sich dieselbe in kieselsauren Kalk, erreicht dadurch eine grosse Festigkeit und nimmt Politur an.

Die festen kreideartigen Bildungen, welche Uebergänge in den Kreidekalkstein bilden, können als Bausteine dienen, wie dies der Fall ist mit den Hilskalksteinen in der Hilsmulde zwischen Oker und Neustadt a. Harz und mit den Plänerkalksteinen, die am Harz, in Schlesien, besonders aber in Dresden und vielen Orten Böhmens vielfach bei den Bauten Verwendung finden.

k. Grobkalk, ursprüngliche Benennung des im Mittel 11—12 m. mächtigen Kalksteins um Paris; er ist zum grossen Theil aus Trümmern fossiler Schnecken und Muscheln (Muschelsand), auch wohl fast ganz aus kleinen Foraminiferenschalen, Miliolithen zusammengesetzt und nennt man solche zoogenen Kalksteine dann wohl Miliolithenkalk; der Grobkalk hat häufig ein sandiges Aussehen, das durch Aufnahme von Quarz noch erhöht wird und ihm ein rauhes, grobkörniges Gefüge giebt. Er hat verschiedene Härte und ist oft weich bis zum zerreiblichen, oft thon- und bittererdehaltig und hat helle Farbe, gelblich weiss, ins Aschgraue, Okergelbe, ins

Digitized by Google

Braun übergehend, manchmal auch grünlich. Der Name Grobkalk ist auch für ähnliche kalkige Gesteine anderer Gegenden angewendet; enthält er vorherrschend Nummuliten, so nennt man ihn wohl Nummulitenkalk.

Grobkalk bildet mit die unteren Lagen in der tertiären Formation[1]); ihm petrographisch ähnliche Kalksteine finden sich ausser in der Umgegend von Paris auch in Deutschland; so am Rhein bei Mainz der Litorinellenkalk (Cerithienkalk) und in der Gegend von Wien der Leithakalk; letzterer findet sich auch in Mähren und an einzelnen Punkten der Mark Brandenburg. Nummulitenkalk kommt auch in Bayern speciell am Grünten, dann zwischen Traunstein und St. Zeno vor. Reich an solchem Kalkstein ist ferner Ungarn und der südliche Theil von Russland und Aegypten.

Ein grosser Theil des Grobkalks ist ein vorzügliches Baumaterial und fast ausschliesslich in Paris zu allen Gebäuden verwendet; er lässt sich, frisch aus dem Bruch gekommen, ungemein leicht zurichten, mit der Säge schneiden, mit dem Hobel ebnen, ohne Mühe zu kunstreichen architektonischen Formen und Ornamenten verarbeiten, wobei er mit der Zeit an der Luft vollständig erhärtet; ja, man kann die Behauptung aufstellen, die pariser Baumeister haben mit diesem Stein Staunenswerthes geleistet. Die Katakomben von Paris entstanden, indem man den Grobkalk durch unterirdische Steinbrüche gewann, und wurde so nach und nach der Stadttheil im Süden der Seine über ⅛ Quadratmeile unterminirt. Der um Paris vorkommende Grobkalk hat je nach seinen verschiedenen Abänderungen und Zwecken von den Arbeitern eigene Namen erhalten; den sehr feinen nennt man Pierre de Liais, er hat erdigen Bruch mit 21—45 Zentimeter mächtigen Schichten; den ebenso feinen aber härteren Cliquart und hat dieser eine frischere Farbe wie jener. Der Banc franc, mit dem vorigen unmittelbar zusammenhängend, häufig Muscheln enthaltend, kommt in 0,30 Meter dicken Lagern vor. Der sehr feste, selbst feinkörnige, mit Muscheln und Höhlungen ausgefüllte Pierre de roche, mit Schichten

[1]) Die Tertiärformation. Gesammtname der vielgestaltigen Sedimente, welche jünger als die Kreideformation und älter als das Zeitalter der Menschen sind, bestehen zum theil aus marinen, zum theil aus brakischen Ablagerungen, theils sind es Bildungen auf dem Festlande in Seen, Strömen, Morästen. Oft nehmen Sedimente gleichzeitiger vulkanischer, wie trachytischer Tuffe und Konglomerate einen wesentlichen Antheil an ihnen. Charakteristisch ist das massige Auftreten von Säugethieren, mitunter der riesigsten Art, auch von Vögeln kennt man fremdartige Formen, während von den Amphibien alle lebenden Ordnungen vertreten sind. Reich sind die Fische vertreten; von Krebsen treten die Dekapoden auf, während viele für die frühere Zeit charakteristischen Cephalopoden und Brachiopoden, so die Ammoniten und Belemniten ganz verschwunden sind. In der Flora herrscht die grösste Mannigfaltigkeit der Jetztzeit. Man theilt die tertiären Sedimente in die ältesten eocänen, diese beherbergen den Grobkalk des Pariser Beckens und die, wie es scheint, fast über die ganze Erde verbreiteten Nummulitenschichten. Die mittlere Etage, die oligocäne, enthält die untere Meeresmolasse mit Pechkohlen, die obere Etage, die neogene (die wohl noch in die miocäne und pliocäne zergliedert wird), enthält vorherrschend die obere Meeresmolasse, Braunkohlen, Süsswassermolasse, und den Dinotheriensand.

Digitized by Google

von 0,60 Meter Mächtigkeit, ist einer der besten Bausteine der Gegend. Der Lambairde, dessen Lager eine Mächtigkeit von 9,10 Metern erreichen, ist so weich, dass er mit der gezahnten Säge geschnitten wird.

Die zahlreichen ägyptischen Pyramiden sind aus Nummulitenkalk erbaut.

l. Kieselkalkstein, in München auch wohl Granit-Marmor genannt, ist ein dichter, meist lichtgrau oder bräunlich gefärbter Kalkstein; er besteht vorherrschend aus dichten, feinen weissen Kalkkonkretionen, graulichen und schwarzen Kieselkörpern und Kalkspathpartien, welche in ihren abstechenden Farbennüancen und in der Art ihrer Vermengung ein dem Granit entfernt ähnliches Ansehen gewähren. Die weissen Kalkkonkretionen sind meist Umhüllungen von Bryozoenstämmchen, Foraminiferen, besonders Nummuliten, welche den innersten Kern bilden.

Man findet ihn am Rande des Tertiärbeckens von Paris mit Grobkalk vorkommend und in Bayern bei Rohrdorf und Sinning unfern Neubeuern, woher der Name Neubeuer Marmor; andererseits ist dies Gestein vorkommend in fast allen Nummulitenschichten, so am Grünten bei Sonthofen und Enzenau, hier als Enzenauer Marmor mit Einmengungen oft scharfer Hornsteinfragmente. Weitere Brüche dieser vorzüglichen Steinart sind bei Tölz und bei Schöneck, im Traunthale bei Siegsdorf, bei St. Zeno unfern Reichenhall. Auch in Ungarn, Russland, am Kaukasus und in Asien findet sich dieses Gestein.

Der Kieselkalkstein aus den eben namhaft gemachten Brüchen ist einer der vorzüglichsten Bausteine Münchens; von konglomeratähnlichem Ansehen mit vielen eckig erscheinenden Quarzstücken, hat er eine ungemein grosse Härte, widersteht der Witterung sehr hartnäckig und nimmt eine sehr schöne Politur an. Sämmtliche Säulen der Basilika in München sind als Monolithen aus diesem Stein gearbeitet; desgleichen die grossen Prachttreppen in der Bibliothek und in der Residenz Münchens; dann sind viele Postamente zu Statuen aus diesem Material gearbeitet, so das der Bavaria, das des Kurfürsten Maximilian, einer Reiterstatue von Thorwaldsen. Sehr häufig wird dieser Stein auch zu Grabmonumenten verarbeitet, wie der Münchener Gottesacker dergleichen in Massen aufzuweisen hat; auch Tisch- und Ofenplatten, Briefbeschwerer etc. werden daraus angefertigt.

m. Landschneckenkalk ist ein meist sehr dichter, bisweilen erdiger, selten schiefriger Kalkstein mit muschligem bis feinsplittrigem Bruch, von graulich-, gelblich- und röthlich-weisser, auch gelblich-grauer, röthlich-grauer, rauch-grauer bis gelblich-brauner Farbe; das Gestein ist reich an Schalen von Süsswasser-Konchylien und besteht zuweilen gänzlich oder grösstentheils aus solchen, in ähnlicher Weise enthält der Cyrenenkalk brachische Muscheln.

Der Landschneckenkalk gehört den jüngeren Bildungen der tertiären Formation an und kommt in der Gegend von Paris, im Mainzer Becken

Digitized by Google

bei Oeningen, Ulm und Heidenheim und vielen andern Orten Deutschlands in bedeutenden Ablagerungen vor.

3. Mergelgebilde.

Der Mergel ist ein mechanisches Gemenge von kohlensaurem Kalk, oder Kalkbittererde mit Thon; bei der Behandlung mit Salzsäurer bleibt Thonschlamm zurück, dabei stark aufbrausend, wenn man mit kalkigem, und schwach aufbrausend, wenn man mit dolomitischem Mergel zu thun hat. Der Mergel enthält, ausser 20—50 und mehr Procent Thon, eine grössere oder geringere Beimengung von feinem Quarzsand oder von Glimmerschüppchen, bisweilen ist er mehr oder weniger bituminös.

Je nach der relativen Menge seiner Gemengtheile unterscheidet man die thonarmen Kalkmergel, oder die thonreichen Thonmergel; durch starkes Zutreten von Quarzkörnern entsteht der Sandmergel, durch Vorherrschen von Bitumen der Stinkmergel und Oelschiefer.

Die Mergel sind gewöhnlich weicher wie die Kalksteine, im Bruche erdig bis dicht und matt; sehr dichte Mergel mit muschlig-splittrigem Bruch bezeichnet man wohl mit dem Namen Steinmergel, dessen Härte ausnahmsweise sich so steigert, dass ein politurfähiges Material entsteht, wie dies z. B. bei dem schönen florentinischen gelben und gelbbraunen auch rothen Ruinenmarmor der Fall ist; viele Mergel besitzen die Eigenschaft an der Luft zu zerblättern und zuletzt gänzlich zu zerfallen, sie werden dann zu Mergelerde umgestaltet.

Besitzen Mergel vorwaltenden Dolomitgehalt, so nennt man sie wohl Dolomitmergel, sind sie reich an Glaukonitkörnern, Glaukonitmergel. In ihrer Farbe wechseln fast alle Nüancen, dunkel-schwärzlich gefärbt bis licht-grau, bläulich-grau, gelblich-weiss, röthlich, rothbraun, violett, auch wohl grünlich, mit gefleckten und geflammten, gestreiften, gewolkten Zeichnungen kommen sie in den meisten Arten einfarbig, in andern bunt vor.

Einige Mergel sind sehr reich an Versteinerungen, andere dagegen sind daran arm, oft sind sie mit Kalkspathadern durchzogen, Hornsteinknollen sind in sie eingelagert und an anderweitigen Einmengungen besitzen sie Schwefelmetalle, Eisenkies, Manganoxydul etc. Das so sehr verschiedenartige Auftreten des Mergels ist wohl begründet in dem Umstande, dass diese Gesteine in den meisten Formationsgruppen unseres Erdballes vertreten und somit unter den verschiedensten Verhältnissen entstanden sind.

Die ältesten Mergel und Mergelschiefer findet man in der silurischen und devonischen Formation, wenn auch nur in untergeordneter Wechsellagerung mit Kalksteinschichten und Thonschiefer. Bedeutsamer als diese ist der Kupferschiefer, der in den tiefsten Lagen der Dyasformation vorkommt und durch seinen grossen Bitumengehalt auch wohl bitumi-

Digitized by Google

nöser Mergelschiefer genannt wird; sehr reich, besonders an Kupfererzen wird dies Gestein an vielen Orten „verhüttet“ und zeichnet sich ferner durch den grossen Reichthum von Fischen aus, die in ihm eingelagert vorkommen. Er findet sich in Deutschland im Mansfeldischen, im Gebiete von Eisleben, im Thüringerwalde bei Frankenberg in Hessen, bei Gera, bei Bieber am Spessart, bei Aschaffenburg etc. Die Mergelablagerungen in den tiefern Lagen des Trias, im Buntsandstein und im Muschelkalke sind nur von untergeordneter Bedeutung, dagegen tritt in der Keuperformation der Mergel in grosser Mächtigkeit zugleich mit Gyps als ein sehr beachtenswerthes Gestein auf und man bezeichnet es wohl als:

Bunter- oder Keupermergel und kommt dasselbe vor in den Vogesen, in dem eigentlichen Jura bei Basel, im Schwarzwalde, in Würtemberg und weiter nördlich in den Gegenden zwischen Schwarzwald, Odenwald, dem Thüringer- und Böhmerwalde; im bayerischen Gebirge treten im Keuper graue, sehr versteinerungsreiche Mergelkalke auf, die ein vorzügliches Material zur Herstellung von hydraulischem Mörtel liefern; die Cementbrüche im Staudacher Graben bei Egernbach verarbeiten den hier gewonnenen Liasmergel zu Kunststeinen der verschiedensten Art, besonders zu Dachplatten, und werden die Staudacher Cementfabrikate sehr geschätzt; dem Lias gehören aber auch jene Septarien an, die in so grossen Massen in England zur Herstellung der vorzüglichen Roman-Cemente verarbeitet und auch bei Neumarkt in der Oberpfalz zu Cement verwendet werden.

Im oberen Jura unseres bayerischen Gebirges lagern auch einige bunterscheinende, durchweg dünngeschichtete Gesteine mergeliger Natur (Aptychenmergel) mit gefleckt und geflammten Zeichnungen, die vielfach zur Cementfabrikation sich eignen; auch im Jura Schwabens (Ulm, Blaubeuern) und Frankreichs ist eine Wechsellagerung der Gesteine mit hellgrauen und bläulich-grauen Mergeln keine Seltenheit.

In einer weit verbreiteten Zone kommen die Mergel im Kreidegebiete vor, wo sie das Mittelglied zwischen Sandstein und der eigentlichen Kreide bilden und sich so in ihren Uebergängen von einem ins andere Extrem verfolgen lassen; diese Mergel sind oft ungemein reich an Versteinerungen, hin und wieder aber, wie z. B. der Flammenmergel, äusserst arm daran.

Der Kreidemergel, häufig durch Glaukonit grünlich gefärbt, ist hauptsächlich in der Gegend von Recklinghausen, Cösfeld, Ahaus, Südlohn und ebenso bei Haldem und Lemförde, östlich am Teutoburger Walde sehr verbreitet, während der Plänermergel besonders reich an Kieselerde in den Kreideterritorien Sachsens, Böhmens, Schlesiens, dann vielfach in Westphalen eine sehr wichtige Rolle spielt.

Der Flammenmergel ist in seiner Farbe bläulich- oder gelblichgrau von dunkleren, wellenförmig gebogenen Streifen oder Flammen durchzogen, er tritt im nordwestlichen Deutschland oft in einer Mächtigkeit von

Digitized by Google

200 m. auf und erstreckt sich vom nördlichen Harzrande durchs Braunschweigische bis weit in den Teutoburger Wald hinein. Andere Mergel, der Kreideformation angehörend, finden sich in Westphalen, dann zwischen Quedlinburg, Halberstadt und Derneburg, ferner zwischen Goslar, Wernigerode, Ilsenburg, wo sie Salzberg- und Ilsenburg-Mergel genannt werden.

Im Bassin der Loire ist ein graulich-weiss bis hellgrauer glimmerreicher, oft auch glaukonitischer Kreidemergel verbreitet, der wegen seines konstanten Glimmergehaltes Glimmermergel genannt wird.

Im bayerischen Alpengebiet kommt der Mergel, welcher der Kreideformation zugehört als Cementmergel, Mergelschiefer und Sewen- oder Inoceramenmergel vor, besonders letzterer tritt oft in grosser Mächtigkeit auf und nimmt viele Strecken der Algäuer Alpen ein; die Steinbrüche im Leitenbache bei Hinterwessen, in der Schöffau bei Oberaudorf und Kufstein, dann an der Stoffelsmühle bei Pfronten besitzen ein vorzügliches Rohmaterial für die Cementfabrikation, und wird das Schöffauer Fabrikat in grossen Massen nach Wien und weiter Donau abwärts verflösst. Auch in der Tertiärformation kommen die Mergel in grosser Mächtigkeit vor und gehören hierher und zwar in erster Linie die Mergel von Häring bei Kufstein, aus welchen der vorzügliche Kufsteiner Portlandcement fabrizirt wird; auch im bayerischen Alpengebiet spielt der Mergel der Tertiärzeit eine hervorragende Rolle und liefert eine Fülle von Cementmaterial der besten Art; der Cementsteinbruch am Kirchwald und am Weissbache bei St. Zeno gehört den Nummuliten-Schichten an; die Brüche am Högelgebirge unfern Reichenhall, am Teissenberge, am Fürberge bei der Maximilianshütte (Bergen), die Brüche bei Neubeuern, Nussdorf, Brannenburg, Tölz, Bichl, Kochel, am Trauchberge, bei Sigishofen, unfern Sonthofen liegen im Flysch; die vorzüglichen Cementbrüche und grossartig betriebenen Cementfabriken in Miesbach beziehen ihr Rohmaterial (Graf Otting'sche Fabrik) aus der Nähe dieses Orts und von Schliersee her, wie auch weiter die Steinbrüche im Rohmbachthale bei Wörnsmühle, in der Kammerlohe und im Rieselberger Holze bei Waakirchen, dann am Peissenberge hier zu erwähnen sind.

Diese letztgenannten Mergelbrüche, aus der oligocänen Molasse Südbayerns stammend, sind vorherrschend Steinmergel, hart und kalkreich, mit muschligem Bruch, grau bis gelblich-grau, häufig durch dunkle Striche und geflammte Zeichnungen gefleckt; ausser zum Bruchstein-Mauerwerk dienen sie vorherrschend der Cementfabrikation. (Ueber Cementfabrikation siehe Verbindungsmaterialien.)

Verwitterter Mergel bildet die fruchtbarsten Bodenarten; mit seinem Reichthum an alkalischen Erden und an löslicher Kieselerde, auch oft durch Inhalt von Phosphorsäure und Chlor wird eine solche das Ideal der Zusammensetzung eines Ackerbodens; aus diesen Gründen benutzt man auch den Mergel zum Düngen (Mergeln).

Digitized by Google

Eine Art sehr feinkörniger und quarzreicher Mergel von äusserst dichter und gleichförmiger Beschaffenheit und vorherrschend heller Färbung liefert vorzüglich gute Wetzsteine; in den bayerischen Alpen kommen solche Wetzsteinschichten im Gebiete des obern Jura besonders in der Nähe von Ammergau und Olstadt bei Murnau vor, wo sie, zu Schleifsteinen verarbeitet, einen weit verbreiteten Handelsartikel bilden.

4. Dolomit

ist eine Felsart, aus kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Bittererde bestehend, welche zusammen eine chemische Verbindung eingegangen sind; ist freier kohlensaurer Kalk im Gesteine vorhanden, so entsteht der dolomitische Kalk. Der Dolomit tritt ähnlich wie der Kalk krystallinisch körnig oder auch dicht auf und ist von demselben dem Aussehen nach in vielen Fällen nicht leicht zu unterscheiden; der Bruch des krystallinisch körnigen Dolomits erscheint glänzend oder schimmernd von Perlmutterglanz und in seinen Kanten mehr oder weniger durchscheinend; durch Behandlung mit Säuren braust er entweder gar nicht oder doch nur schwach auf, sein spec. Gewicht ist bedeutender als das des Kalksteins; in schräger Richtung mit einem Hammer angeschlagen leuchtet er auf.

Die Farbe des Gesteins ist selten schön weiss, meistens gelblich-weiss bis gelblich-grau und gelb, oder auch graulich-weiss bis rauch-grau und braun; als accessorische Bestandtheile sind vorherrschend: Glimmer, Talk, Quarz, Kalkspath, Korund, Turmalin, Schwefelkies etc.

Eine Abart Rauhwacke oder Rauhkalk ist feinkörnig und besteht aus theils fester, theils lockerer Masse; sie hat meist eine blasige, zellige, zerfressen cavernose Struktur, ihre Hohlräume sind oft mit Kalkspath überdrust; gelblich-graue, bläulich-graue, rauchgraue und braune Farben sind vorherrschend. Ein oberstes Glied, das über dem Buntsandstein lagert, hat man wegen seiner wellenförmigen Schichtungsfläche Wellendolomit genannt; zersetzte Dolomitmassen bilden Dolomitsand und Dolomitasche. Die Entstehung der Dolomite ist noch nicht vollständig aufgeklärt; dass durch aufsteigende Magnesiadämpfe der bereits vorhandene Kalkstein eine vulkanische Metamorphose erlitten habe, hat sich wissenschaftlich als haltlos erwiesen und haben sich die Anschauungen mit mehr Erfolg der Dolomitisirung auf nassem Wege Bahn gebrochen, wonach der Dolomit durch eine Zersetzung von kohlensaurem Kalk in Wasser, welches schwefelsaure Magnesia in Lösung enthielt, entstand; 1 Atom kohlensaure Magnesia verband sich mit 2 Atomen Kalkspath und bildete Dolomit, während der gleichzeitig sich bildende schwefelsaure Kalk als Gyps fortgeführt wurde.

Noch Andere erklären die Dolomitisirung durch Einwirkung einer Lösung von zweifach kohlensaurer Magnesia auf Kalkstein, und endlich ist

Digitized by Google

auch die Idee geltend gemacht worden, dass Lösungen von Chlormagnesium die in Rede stehende Umwandlung im Kalkgestein erzeugt haben.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass bei den Dolomitbildungen bald der eine, bald der andere dieser Prozesse sich geltend machte, wie denn auch angenommen wird, dass bei der Bildung der Sedimente schwefels. Magnesia in jene Wassermassen eingetreten sei, aus welchen die kohlensaure Kalkerde sich absetzte.

Die ältesten Dolomite sind im Gneis und Glimmerschiefer eingelagert (so am Brenner, wo ihn Dolomieu, der französische Mineraloge, entdeckte), andere finden sich in Stöcken und Lagern im Thonschiefer, wie z. B. bei Plauen, an der Eifel, Wetzlar, Giessen; auch in der Steinkohlenformation haben sich dem Kohlenkalkstein ziemlich bedeutende Lagen von Dolomit eingeschaltet; in der oberen Abtheilung der Dyasformation Thüringens tritt in grosser Mächtigkeit Rauhwacke, fester und sandiger Dolomit, dann Dolomit-Asche auf; thonhaltiger Dolomit lagert am südlichen Rande des Harzes. Die Trias, und namentlich die Formation des Muschelkalks, enthält in der mittleren Stufe dolomitische Kalke, Zellendolomite, sowie auch dolomitische Mergel; im Keuper Würtembergs tritt in wenig mächtigen Bänken der gelblich-braune auch dunkelfarbige, gelb geflammte Flammendolomit auf; ein sehr kieselreicher Dolomit mit vielfachen Ausscheidungen von Hornstein, Chalcedon und Quarz kommt im oberen Keuper bei Coburg vor. Die Dolomite lassen sich in unseren bayerischen Alpen schon in der Buntsandsteinformation nachweisen, sie werden mächtiger in der Formation des Muschelkalks, endlich aber noch mächtiger in der des Keupers; sie bilden die Hauptmasse der nordöstl. Kalkalpen, nehmen hauptsächlichen Theil an den kolossalen Kalkmassen, welche die ungeheuren Felsenplateaus des Reutalergebirges, des hohen Stein-Watzmanngebirges, des steinernen Meeres, des Haagen, Göhl, Tännen und Dachsteingebirges überdecken. In Südtyrol sind die Dolomitgebirge des Ampezzaner Gebietes durch ihr groteskes Auftreten berühmt geworden.

Dolomite der Lias- und Doggerformation sind selten, um so häufiger aber treten sie in der Formation des weissen Jura auf, und bilden hier die Dolomite oft weitverzweigte Höhlen der verschiedensten Formen und Dimensionen; besonders sind hier die fränkischen Dolomite zu erwähnen, die sehr häufig steilabgeschnittene isolirte Felsen von beträchtlichen Höhen bilden. Getrennt durch grosse Spalten, nehmen solche Felsriffe oft sehr pittoreske Gestalten an. Durch ihre groteske Gestaltung sind die Dolomitberge zwischen Pegnitz und Hersbruck bei Nürnberg, wie jene bei Streitberg, Velden, Muggendorf und Gailenreuth besonders interessant; die beiden letztgenannten Orte sind weit berühmt durch ihre tief in den Berg eindringenden Höhlen, welche eine Unmasse von Knochen diluvialer Thiere, besonders von Bären und Hyänen enthalten.

In Würtemberg tritt der Dolomit in ähnlichen Verhältnissen, seltner

Digitized by Google

in der schwäbischen Alp auf, in Hannover kommt er gleicherweise vor am Kahlenberge und bildet auch in den Cevennen jähansteigende Felsenmassen von phantastischen thurm- und ruinenartigen Formen, Zacken, Nadeln und tief eingerissenen Schluchten und Höhlen.

Den weissen, krystallinisch körnigen Dolomit haben die Alten als Statuenmarmor verwendet; zum Säulenbau und Quaderwerk ist er vielfach in Bayern benutzt (Bahnhof München, Festung Ingolstadt) und wird als ein vorzügliches Baumaterial geschätzt, das in der Luft und dem Wasser der Verwitterung auf's Hartnäckigste widersteht, daher wird Dolomit überall zu Kunstbauten, Brunnenbassins, Denkmälern, Kapitälen, Ornamenten u. s. w. von den Steinmetzen verarbeitet; die zerreiblichen Arten, die wohl an der Luft zu einem sandigen Pulver zerfallen, mischt man statt des Quarzsandes dem Mörtel bei; zu Kalk gebrannt, giebt er unter Umständen einen guten hydraulischen Kalk. (Das Nähere siehe Verbindungsmaterialien.)

5. Der Gyps.

Der Gyps ist schwefelsaurer Kalk mit Wasser, er hat geringe Härte, so dass er sich schon mit dem Fingernagel ritzen lässt; wird Gyps bei mässig hoher Temperatur erhitzt, so giebt er sein Wasser ab, beim Steigern der Hitze tritt eine Reduktion zu Schwefelcalcium ein. Wird gebrannter Gyps pulverisirt und mit Wasser zu einem Brei angemacht, erhärtet er schnell zu einer festen Masse. Fehlt dem Gestein sein chemisch gebundenes Wasser, so entsteht der Anhydrit. Der Gyps kommt in der Natur verschieden vor, als:

1. Gypsspath; sehr grosskörnige Aggregate von meist linsenförmigen Individuen, welche z. B. fusslang und darüber sind; ist der Gypsspath krystallinisch grossblättrig, leicht spaltbar, auf der Tafelfläche perlmutterglänzend und vollständig durchsichtig, so nennt man ihn wohl Marien- oder Frauenglas.

Plinius nennt diese Gypsart (lapis specularis), Spiegelstein, der sich in beliebig dünne Blätter spalten lässt; es sei offenbar eine Feuchtigkeit der Erde, die sich vermöge eines gewissen Lebens ganz wie Krystall vereist. Dies sähe man daran, dass wenn etwa wilde Thiere in solche Schachte gefallen sind, nach einem einzigen Winter das Mark in ihren Knochen die Eigenschaft jenes Steines vollkommen annimmt. (Plinius hat offenbar hier die im Gyps vorkommenden Knochenhöhlen im Sinne.)

2. Fasergyps (Federweiss) erscheint grob- und feinfasrig, gerad- und krummfasrig, aber stets parallelfasrig; er ist weiss in allen Nüancen, auf grau, gelb, roth bis braun, seideglänzend und mehr oder weniger durchscheinend; bei sehr lebhaftem Seidenglanz nennt man ihn wohl Atlasgyps.

3. Körniger Gyps (Alabaster) krystallinisch klein und feinkörnig,

Digitized by Google

oft lockerkörnig wie Zucker, schneeweiss, graulich-weiss, gelblich-weiss, röthlich-weiss, selten lichtgelb oder roth; oft aber mit Bitumen imprägnirt uud dadurch rauchgrau, braun bis schwärzlich gefärbt, welche Färbung wohl in Flecken, Wolken, Flammen, Adern und Streifen hervortritt; glänzend oder schimmernd von Perlmutterglanz, dabei oft sehr transparent.

4. Dichter Gyps. Höchst feinkörnig bis dicht, schneeweiss, graulich-, bläulich-, röthlich-weiss bis röthlich-grau und fleisch-roth, auch gelblich bis isabell-gelb und durch Beimengung von Bitumen rauch-grau bis graulich-schwarz; Bruch eben und im kleinen splittrig; matt und an den Kanten durchschimmernd. Als accessorische Bestandtheile kommen im dichten und körnigen Gyps vor: Glimmer, Talk, Quarz, Steinsalz, Eisenkies etc.

Dichter und körniger Gyps sind theils deutlich geschichtet, theils völlig ungeschichtet, oft aber stark zerklüftet und von regellosen Kavitäten durchzogen; als Zerstörungsprodukt ist die vielfach vorkommende oft staubartige Gypserde noch zu erwähnen.

Der Gyps wird zum theil als ein Umwandlungsprodukt des Anhydrit angesehen, indem letzterer im Laufe der Zeit Wasser aufnahm; da nun der Gyps ein grösseres Volumen als der Anhydrit besitzt, so musste bei solcher Volumenveränderung derselbe oft in sehr grossen Massen-Erscheinungen zu Tage treten, wie wir sie bei den Dolomitbildungen kennen gelernt haben; übrigens kann der Gyps auch als ein Zersetzungsprodukt von kohlensaurem Kalk angesehen werden, indem auf letztern vulkanische Dämpfe, Schwefelwasserstoff enthaltend, einwirkten; hierbei wurde Schwefelsäure gebildet, welche die vulkanischen Gesteine durchdrang, die kalkigen Silikate zersetzte und mit der Kalkerde zu Gyps zusammentrat.

Der Gyps ist zwar eine seltene Erscheinung im Gebiete der krystallinischen Schiefer und dennoch ist er in einigen Gegenden der Alpen ganz entschieden darin nachgewiesen, dagegen tritt der Gyps in der Dyas-Formation in sehr hervorragenden Massen auf und bildet hier den sogenannten Zechstein- oder Schlottengyps, der meist feinkörnig, bis dicht von schöner weisser Farbe hier als Alabaster auftritt; in ihm findet man die prächtigsten Gypskrystalle, den Strahlgyps, das Fraueneis in Nestern und Drusen oft von vielen Ellen im Durchmesser. Der Zechsteingyps ist gewöhnlich sehr undeutlich geschichtet, aber vielfach zerklüftet, zerrissen, ausgenagt, Höhlen und Schlotten bildend. Die grösseren Gypsstöcke umschliessen im Innern häufig feinkörnigen Anhydrit, aus dessen allmäliger Umwandlung der Gyps hervorgegangen ist.

Besonders mächtig und ausgedehnt erscheint dieser Zechsteingyps in Wolferode; ganze Berge bildet er in einem 6 Meilen langen Zuge von Osterode bis Obersdorf unfern Sangershausen, den Katzenstein, Sachsenstein, Kohnstein und die Mooskammer bildend; bei Wimmelburg haben sich im Zechsteingyps grosse domartige Gewölbe gebildet, die mit engen

Digitized by Google

Schlünden von bizarren Formen wechseln, schlauchartige Kanäle steigen von der Kuppel der Gewölbe oft 20 m. hoch, wie Schornsteine aufwärts; viele dieser Höhlen scheinen in früherer Zeit mit Steinsalz gefüllt gewesen zu sein und entstanden durch Auslaugung; vielfache Erdfälle sind eine weitere Folge gewesen.

Andere oft weit sich fortsetzende und mächtige Gypsablagerungen kommen in der Buntsandsteinformation vor, so bei Jena, wo der Gyps, zwischen dem Sandstein und den bunten Mergeln gelagert, gegen 60 m. starke Schichten bildet; in ähnlicher Mächtigkeit tritt er bei Hainrode und andern Orten des Unstrutthales auf.

Der Gyps der Muschelkalkformation bei Segeberg (Lüneburg) ist vielfach durch Bitumen beeinflusst und stets vergesellschaftet mit Thon, oftmals mit Anhydrit bei Bayreuth in Franken, bei Zweibrücken in der Rheinpfalz.

Der Gyps der Keuperformation bildet in den unteren Mergellagen ein förmliches Netzwerk oder tritt in mächtigen Lagern, Stöcken, Klötzen oder Nestern als körniger oder dichter Gyps auf; er ist vorherrschend röthlichweiss oder roth, aber auch grau oder gräulich-weiss. In der Trias der bayer. Alpen tritt Gyps nicht allein in Stöcken des alpinischen Buntsandsteins auf, sondern vorherrschend im Hauptdolomit der Alpen; im ersten Falle sind die Gypsbrüche im Höllbache unfern Hindelang, beim Pichler unfern Reichenhall und im Scharnitzkohlgraben bei Berchtesgaden zu erwähnen, im zweiten Fall die Gypsbrüche von Faulenbach unfern Füssen, die in der Nähe von Partenkirchen, von Oberau im Loisachthale, dem Kochelsee, im Schwarzbache bei Länggries etc. Diese letztern Gypse, wie der Alpenkalk wohl unter dem Namen Alpengyps zusammengefasst, liefern den Gyps von den feinsten Sorten bis zum ordinären Dünggyps und bildet dieses Material einen nicht unbedeutenden Handelsartikel, der durch Flossfarth nach Oesterreich und Ungarn, selbst nach der Türkei verfrachtet wird. Ganz untergeordnet und nur an vereinzelten Orten sicher nachgewiesen, sind die Gypsablagerungen des Lias und des Jura, auch an der Kreideformation nimmt Gyps nur in untergeordneter Weise theil.

Einen hervorragenden Antheil dagegen nimmt der Gyps an der Bildung in der Tertiärformation; zum Eocän rechnet man die mächtigen Gyps- und Steinsalzstöcke im nördlichen Spanien, den prachtvollen Alabaster Aegyptens in der Wüste, den auch die Alten schon zu Alabastropolis brachen; im untern Oligocän lagert der knochenreiche Gyps des Montmartre bei Paris, im Oligocän der an fossilen Insekten reiche Süsswasser-Gyps von Aix in der Provence, in der jüngeren Tertiärformation nicht allein die das Steinsalz begleitenden Gypse am Fusse der Karpathen, sondern auch ein bis 60 Meilen langer Gürtel ausgedehnter Gypsablagerungen, die von Dirschel bei Ratibor in Oberschlesien durch Galizien bis zum Dnjestr in Podolien reichen.

Digitized by Google

Was die Verwendung des Gypses betrifft, so reicht diese zurück bis in die Zeit des klassischen Alterthums.

Plinius erwähnt den Alabastritos und den Onyx, aus denen man, was freilich als ein Wunder betrachtet wurde, 11 Meter hohe Säulen gemacht habe, und hält den für den werthvollsten, der honigfarben sei und dabei spitz zulaufende Flecken besitze. Die schönen orientalischen oder antiken Alabaster sind meistens lichtgelb, meisst mit milchweissen Adern und halb durchsichtig; sie wurden vom rothen Meer her bezogen, wie auch aus den Gegenden von Alicante und Valentia in Spanien und von Trapani in Sicilien. Viele der schönsten und kostbarsten Kunstwerke des Alterthums sind daraus gearbeitet, namentlich die Aegyptische Statue im Pariser Museum. Der milchweisse, fast durchsichtige wolkige Alabaster wurde von den Römern zu Lampen verarbeitet, welche in den Tempeln die Flammen auf ähnliche Weise mässigten, wie unsere Milchglasschirme.

Der krystallinisch körnige Gyps, der Alabaster, wird gegenwärtig noch vielfach zu Luxusgegenständen verarbeitet, zu Statuen, Vasen, Kandelabern, Uhrgehäusen; zum Baustein wird der gemeine dichte Gyps nicht benutzt, da er an der Luft keine Dauer hat, wohl aber verwendet man ihn an vielen Orten und hauptsächlich da, wo er in grossen Massen vorkommt, als Bindemittel; so benutzt man in Frankreich den Gypsmörtel nicht allein zur Herstellung sämmtlichen Mauerwerks, sondern man verputzt dasselbe auch in- und auswendig damit, ja man hat vielfach aus Gyps und alten Mauersteinbrocken Quadern gegossen, um sie als Bausteine verwenden zu können; man hat bereits 80 jährige Erfahrungen, dass die Bauweise mit solchen Gypsquadern dem Zwecke vollkommen entsprechend sei.

Am Harze, namentlich in der Nähe der Stadt Osterode, findet man Ruinen einer alten Burg, die schon im Jahre 1350 in Trümmern lag, deren Mauerwerk mittelst Gypsmörtel verbunden ist, und wird darüber berichtet, dass der Mörtel noch jetzt so fest befunden wurde, dass die grossen Flusskiesel aus Quarz und Granitbrocken dem Hammer eher nachgaben, als die Mörtelfugen; dabei zeigte dieser Mörtel selbst an der Nordseite des Thurmes an den Mauerflächen noch eine solche Glätte und Festigkeit, welche er zur Zeit seiner Herstellung gehabt haben mag. Dieser Mörtel, welcher einer strengen chemischen Prüfung unterworfen wurde, hat sich durchaus als nichts anderes, als reiner schwefelsaurer Kalk, aber schwächer als gewöhnlich gebrannt und mit reinem Grand vermischt, erwiesen. Ausserdem wurde gefunden, dass dieser Gyps nur sehr grob gemahlen oder wahrscheinlich nur zerschlagen worden war, so dass sich häufig noch unzerkleinerte Stücken von Erbsen-, ja Haselnussgrösse (selbst von rohem Gyps) in dem Mörtel vorfanden.

Anderweitig verwendet man den Gyps zur Herstellung von künstlichem Marmor (Stucco), dann zur Bildung von Fussbodenbelegen oder

Digitized by Google

Estrichen und Kitten, zu innerem Verputz und Wandverzierungen, zum Anfertigen von Modellen, zum Abformen von Bildwerken u. s. w.

Auch leistet der Gyps in der Oekonomie nützlichen Dienst als Düngmittel, besonders für Kleefelder.

Das Weitere folgt in dem Kapitel „die Verbindungsmaterialien."

6. Sandsteine.

(Quarzpsammite.)

Der Sandstein bildet sich durch Verkitten des Sandes und er entsteht hie und da noch vor unseren Augen. Alle Verschiedenheiten, die bei der Besprechung des Sandes (siehe diesen) in bezug auf Korn, Lagerung desselben, Färbung u. s. w. erwähnt sind, gelten auch vom Sandstein. Als eigenthümlich kommt noch in betracht die Verschiedenheit in der Art des Bindemittels und in dem Grade der Verkittung. Es giebt grob- bis feinkörnigen Sandstein, mancher wird so feinkörnig, dass er das Ansehen eines dichten Gesteines erhält, wie manche Quarzite und Thonquarze. Der Sandstein hat bald scharfe, bald abgerundete Körner, die bald gleichförmig, bald abweichend gelagert sind, und kommt weiss, grau, grün, gelb, roth, braun, selbst schwarz, einfarbig und gefleckt, gestreift, geflammt, glimmerarm und glimmerreich, oft Feldspath in kleinen, frischeren oder verwitterten Stückchen führend, vor. Nach den Bindemitteln unterscheidet man zuvörderst:

1. Kieselige Sandsteine, auch Kieselsandsteine genannt, deren kieseliges Bindemittel oft in so geringem Maasse vorhanden ist, dass die Sandsteinkörner ohne sichtbaren Cement fest zusammenhalten, in manchen Fällen aber auch so vorherrschend ist, dass ein Uebergang in Quarzit und Süsswasserquarz entsteht. Viele Quarzite sind übrigens nur sehr feinkörnige kieselige Sandsteine.

2. In vielen rothen, eisenschüssigen Sandsteinen ist das Bindemittel ein die Quarzkörner überziehendes Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, welches sich oft so sehr anhäuft, dass das Gestein als Eisenstein benutzt werden kann, es hat rothe oder röthlich-braune, und gelblichbraune oder ockergelbe Farbe.

3. In den thonigen oder Thonsandsteinen ist das Bindemittel bald ein reiner Thon, wie in dem meist mürben Kaolinsandstein, dessen Bindemittel abgeschwemmt als Porzellanthon Verwendung findet, bald ist es ein unrein gefärbter, oft eisenhaltiger Thon.

4. Im kalkigen Sandstein ist kohlensaurer Kalk, auch wohl grossblättriger Kalkspath das Bindemittel, in anderem ist es Dolomit und Eisenbraunkalk.

5. Die mergeligen Sandsteine sind theils weich und leicht zer-

Digitized by Google

störbar, und die Art und Menge des Bindemittels bedingt Festigkeit und Dauer des Gesteins.

Beigemengt sind den Sandsteinen Glaukonit im Grünsandstein; auch kommen in einigen Sandsteinen eingesprengte Feldspathkörner vor, welche theils frisch, theils zu Kaolin zersetzt sind und, wenn sie häufiger auftreten, die sogenannte Arkose bilden. Sehr häufig tritt auch Glimmer in den Sandsteinen auf, was bei einer reichlichen Anhäufung von Glimmerschüppchen eine schiefrige Struktur zur folge hat und solche Varietäten wohl Sandsteinschiefer genannt worden sind. Auch Kalkspath, Quarz und Brauneisenerz sind im Sandsteine als accessorische Bestandtheile nicht selten. Einschüsse von Brocken rothen und grünen Thons, sogenannten Thongallen, die beim Auswittern die Gesteine löcherig machen, sind besonders im bunten Sandstein häufig. Die Mehrzahl der Sandsteine ist versteinerungsarm, doch giebt es auch versteinerungsreiche Sandsteine, häufig mit Steinkernbildungen, nicht selten auch mit Verkieselung der Schale.

Die Sandsteine besitzen stets Schichtung, doch können die Bänke oft so mächtig sein, dass sie fast massig erscheinen; meist sind sie quaderartig, ausser durch die Schichtenebene auch durch Klüfte zweier anderer Richtungen, senkrecht gegen dieselbe, in Quadern zertheilt. Auch eine ebene parallele Schieferung kommt nicht selten vor, bedingt durch die lagenweise Vertheilung der Glimmerblättchen, häufig auch eine schiefe und abweichende, bedingt durch die Lagerung der Körner, Anwachsstreifung, nach denen die Sandsteine auch beim Auffrieren in Platten zerreissen.

Viele Sandsteine haben die Eigenschaft, dass sie, aus dem Bruch kommend, viel Bergfeuchtigkeit besitzen, dadurch weich und sehr leicht zu bearbeiten sind und durch Trocknen an der Luft erst fest werden.

Nach den Formationen betrachtet, sind folgende Sandsteine hier zu erwähnen:

a. Grauwacke ist ein aus verschiedenen Körnern zusammengesetztes mehr oder weniger deutlich geschichtetes, meistentheils körniges Gestein, das aus einem Gemenge eckiger und runder Stückchen von Quarz, Thonschiefer und Kieselschiefer, häufig auch von Feldspathkörnern zusammengesetzt und durch ein wenig sichtbar hervortretendes, kieselig thoniges Bindemittel verkittet ist, nicht selten auch Glimmerblättchen enthält und oft von sich mannigfach kreuzenden Quarzadern durchsetzt ist. Das Ansehen des Gesteins wechselt nach der relativen Menge der Bestandtheile, sowie nach Grösse ihres Korns. Die Grauwacke ist zwar stets geschichtet, die Schichten sind aber zuweilen so mächtige Bänke, dass sie massig erscheint. Durch die Grösse der Bestandtheile und durch Aufnahme von eckigen Bruchstücken und Geröllen des Quarzes, des Thon- und Kieselschiefers und selbst des Granites und anderer Gesteine, entsteht das Grauwacken-Konglomerat. Andererseits wird das Korn oft so fein, dass

Digitized by Google

es kaum vom Auge erkannt wird; ist dann das Gestein geschichtet bis schiefrig, und sind die Schichtenflächen von Glimmerblättchen bedeckt, so erscheint es als schiefrige Grauwacke, dagegen Grauwackensandstein bei sehr deutlich unterscheidbaren Körnern und als Grauwackenschiefer bei sehr dünner Spaltbarkeit.

Der Grauwackensandstein bildet eine Abart von der Grauwacke, welche vorwaltend aus klein- bis feinkörnigen scharfen Quarzrudimenten besteht, bisweilen von Feldspath- und Kaolinkörnern, auch von sparsamen Glimmerschuppen begleitet; als Bindemittel dieser Sandsteine tritt entweder Kiesel, Thon und Kaolin, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat oder Kalk auf, und hiernach bestimmt sich ihre Farbe und Konsistenz. Diese Sandsteine erscheinen in ihren Quarzkörnern oft so innig verwachsen, dass sie einen Uebergang in die Quarzite vermitteln.

Der Grauwackensandstein zeigt weisse und graue Farben in allen Nüancen, in gelb, roth, braun und grau, oft gestreift, gebändert, gewolkt, gefleckt; rothe thonige Sandsteine sind oft grünlich gefleckt und gestreift. Manche Sandsteine der Uebergangsformation sind reich an organischen Ueberresten, andere dagegen sehr arm oder auch ganz leer an Fossilien.

Der Grauwackensandstein tritt vielfach im rheinischen, überhaupt im Thon-Schiefergebirge auf und findet man ihn zumal im Nassauischen in der Gegend um Dillenburg, Thüringerwald, Fichtelgebirge, in Westphalen, am Rhein (Spiriferensandstein, rheinische Grauwacke), am Harze, in den Sudeten; er ist ein vorzügliches Baumaterial, von Dauer und Festigkeit, und wird zum Hausbau, sowie zu Säulen und architektonischen Verzierungen verarbeitet; die Grauwacke im Konglomerat-ähnlichen Zustande dient zu Fundations-Arbeiten und giebt ein vorzügliches Material für den Strassenbau. Quarzreiche Grauwacke wird zu Mühlsteinen verwendet (rheinische Mühlsteine), schiefrige zu Bodenbelegen und rauhen Wetzsteinen (Sonnenberg).

b. Kohlensandstein besteht aus kleinen bis feinen Quarzkörnern, mit mehr oder weniger thonigem, glimmerhaltigem Bindemittel; einige haben arkoseartige Beschaffenheit, andere sind so konglomeratisch ausgebildet, dass sie wie z. B. in Böhmen zu Mühlsteinen Verwendung finden. Seine Farbe ist meistens hellgrau in's Weisse, Gelbe, bisweilen in's Röthliche spielend, und gehört der Formation des Kohlengebirges an. Er ist meist regelmässig geschichtet und enthält vielfache Versteinerungen. Der Kohlensandstein gehört der obern Steinkohlenformation oder den produktiven flötzführenden Kohlenschichten an; während der Sandstein der mittleren Etage flötzleerer Sandstein genannt wird; beide Sandsteine sind in paleographischer Beziehung wenig unterschieden. Man findet ihn in den niederrheinischen und westphälischen Gebirgen (Saarbrücken, Sauerland, Arnsbergerwald), in Schlesien in der Gebirgsebene von Schweidnitz, in der Grafschaft Glatz und Wartha, in Thüringen und Böhmen in sehr grosser

Digitized by Google

Ausdehnung und in Belgien. Im allgemeinen wird seine Härte und Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung nicht hoch angeschlagen, eine natürliche Folge des thonigen Bindemittels, das doch bei ihm vorherrschend ist; im Pilsener Bassin in Böhmen kommen arkoseartige Kohlensandsteine vor, die verwittert Porzellanerde liefern.

c. Dyas-Sandstein (Todtliegendes) gehört der Dyas-Formation über dem Kohlengebirge an und befindet sich unmittelbar unter dem Kupferschiefer, enthält keine verhüttbaren Erze und ist somit für den Bergmann todtliegend.

Dieser Sandstein des Rothliegenden entwickelt sich aus Konglomeraten der heterogensten Art, besteht aber vorwaltend aus Körnern von Quarz, Hornstein und Kieselschiefer mit thonigem Bindemittel, dann meist roth oder grünlichgrau bis berggrün, oder letzteres ist kaolinartig und dann erscheint das Gestein weiss oder gelblich, bisweilen ist das Bindemittel kieselig und dann kann das Gestein als Mühlstein Verwendung finden; selten ist es zu lockerm, ungebundenem Sande zerfallen. Die vorherrschend rothe und röthlich-braune Farbe (Rothliegendes) der mehr oder weniger mächtigen, sehr deutlich ausgesprochenen Gesteinsschichten wird oft stellenweise durch grünlichweisse, grünlichgraue bis berggrüne Lagen, Streifen und Flecke unterbrochen, auch kommen ganze Schichten und Schichtensysteme von weissen, gelben, lichtgrünen und grauen Farben vor. (Weissliegendes.)

Die Festigkeit dieses Gesteins ist sehr verschieden, vom Zerreiblichen bis zu einer enormen Härte vorkommend. Sandstein des Rothliegenden findet sich besonders im Schwarzwalde in der Nähe von Heidelberg, in der Gegend von Frankfurt, im Spessart, Thüringerwald, Fichtelgebirge, Oberpfälzerwald, auch bei Eisenach, im Mansfeldischen, in Schlesien und Böhmen.

Wenn auch dieses Gestein im allgemeinen selten Verwendung findet, so besitzt es doch sehr lange Dauer und unterliegt dem Wetter weniger als selbst der Granit, lässt sich auch sehr schwer bearbeiten; es ist schon sehr hart, sobald es aus dem Bruch kommt, und nimmt, der Luft längere Zeit ausgesetzt, noch an Festigkeit zu. Bei vielen Bauten des Mittelalters ist dieses Material zum Quaderbau zur Verwendung gekommen; vorzüglich geeigenschaftet ist es für den Grund- und Wasserbau, sowie für den Strassenbau und zum Strassenpflaster.

d. Rother oder bunter Sandstein bildet das unterste Glied der Trias und gehört einer Flötzformation an, welche nach ihm den Namen hat; er ist ein mehr quarziger als thoniger, selten feldspathreicher Sandstein, meist eisenschüssig, bald mehr bald weniger.

Die Quarzkörner, aus denen er besteht, sind in der Regel von feinem und sehr regelmässigem Korn und erscheinen oft sehr krystallinisch; durch

Digitized by Google

reichliche Aufnahme von Glimmer kann das Gestein zu Sandsteinschiefer werden.

Die Sandsteine sind theils weich, theils zerreiblich, theils fest und liefern dann sehr gute Bausteine.

Ihre Farbe wird im allgemeinen durch ihr Bindemittel bestimmt; besteht dasselbe nur aus Eisenoxyd, so erscheint das Gestein einförmig ziegelroth oder braun; besteht das Bindemittel aus weissem Thon, so sind die Sandsteine weiss in verschiedenen Nüancen und bilden diese die obersten Schichten der Formation. Durch Eisenoxydhydrat werden sie gelb und braun gefärbt; aber auch buntgefärbte Lagen gehören keineswegs zu den seltenen, indem namentlich rothe und weisse oder auch rothe und grünliche Farben in Streifen und Flecken durcheinander auftreten oder auch lagen- und schichtenweise mit einander abwechseln.

Die Sandsteine der Buntsandsteinformation sind oft mit accessorischen Bestandtheilen versehen. Unter den letzteren verdienen besondere Erwähnung die sogenannten Thongallen, rundliche Konkretionen von Thon; auch Kalkspath, Braunspath, Baryt, Quarz, Kupfer- und Eisenerze finden sich im rothen Sandstein vor.

Es findet sich dieser Sandstein sehr verbreitet in den meisten Gebirgen Deutschlands; bis zu einer Mächtigkeit von 376 Meter in den Vogesen, im Hardt-Gebirge der Rheinpfalz, im Odenwald, im Schwarzwalde, am Spessart, in der Rhön, in der Wetterau, im Vogelsgebirge; ferner im nördlichen Deutschland zwischen dem südwestlichen Harz und Thüringen, an der Werra und Fulda und in der Umgegend der Weser; Steinbrüche in der Nähe von Kronach, Culmbach und Aschaffenburg liefern gleichfalls eine Fülle dieses herrlichen Materials; in den bayerischen Alpen tritt der Buntsandstein an mehreren Orten zu Tage, so in einem Steinbruche bei Gartenau unfern Berchtesgaden, wo man einen feuerfesten gelblichen Sandstein gewinnt.

Der rothe oder bunte Sandstein ist ein vorzügliches Baumaterial und hat überall, wo er in so grossen Massen vorkommt, den Ziegelbau gänzlich verdrängt. Aus den Steinbrüchen kommend, ist er weich und lässt sich mit grosser Leichtigkeit und nichts mehr zu wünschender Schärfe bearbeiten; die feinsten Gliederungen und Ornamentirungen nimmt er willig in sich auf, und was man mit diesem Material leisten kann, in unvergänglicher Steinschrift ist es niedergeschrieben in unsern weltberühmten Domen von Mainz, Worms, Speyer aus der romanischen Zeit, in den Domen von Strassburg, Freiburg, Basel aus der gothischen!

Einen besonderen Reiz erhalten diese Bauten durch die oft überraschend schöne Patina, die sich an einzelnen Steinen mit der Zeit bildet, und die vorherrschend sich in goldbraun und grünlich untermischten Partien geltend macht.

e. Keupersandstein ist ein Glied der Keuperformation, die ein

Digitized by Google

System verschiedener Sandsteine und bunter Thone und Thonmergel mit untergeordneten Einlagerungen dolomitischer Mergelkalke, Dolomite, Kalksteine u. s. w. umfasst. Man unterscheidet drei Keuperschichten und jede derselben enthält Sandsteine:

1. Unterer Keuper- oder Lettenkohlen-Sandstein ist ein gelbbrauner, auch ins Röthliche gehender, sehr feiner körniger Sandstein, mit sehr homogenem Gefüge, doch nicht sehr bedeutender Härte; theils dick-, theils dünngeschichtet liefert er da, wo er in mächtigen Bänken auftritt, einen ganz vorzüglichen Bau- und Haustein; er ist reich an Pflanzenresten und Kohlenputzen.

2. Mittlerer Keupersandstein auch Schilfsandstein genannt, wegen seines Reichthums an schilfähnlichen Pflanzenresten, Equiseten und Calamiten, die den Charakter von einer Sumpf- oder Küstenflora haben; so enthält er häufig riesige Schachtelhalme.

Dieser Sandstein ist thonig, sehr feinkörnig und gleichmässig körnig, meist grünlichgrau oder gelblichgrau; bisweilen roth, dann eigenthümlich gestreift und gefleckt, bald mächtig geschichtet und sehr brauchbar als trefflicher Baustein (Stuttgart); bald dünnschichtig plattenförmig und fast schiefrig.

3. Oberer Keupersandstein zeichnet sich besonders durch scharfkörnige und hellfarbige Beschaffenheit aus; theils grob-, theils feinkörnig, haben diese Sandsteine entweder thoniges Bindemittel und sind dann wohl weich und zerreiblich, oder sie scheinen verkittet durch kohlensauren Kalk oder Kieselerde und gewinnen im letzteren Fall quarzitähnliches Ansehen; häufig sind sie arkoseartig durch Einmengungen eckiger, fleischrother Feldspathkörner. Sie enthalten selten deutlich bestimmbare Pflanzenreste, häufig aber Pechkohlen-Fragmente und Knochenreste von Sauriern.

Der Keupersandstein ist besonders in Süddeutschland, im fränkischen und schwäbischen Juragebiet sehr verbreitet; eine besonders hervorragende Verwendung fand der gelbweisse Bausandstein beim Dombaue von Bamberg und ist auch gegenwärtig ein vorherrschendes Baumaterial für Bayreuth, Koburg, Ansbach, Nürnberg, Neustadt an der Aisch; Stuttgart, Heilbronn, Tübingen, liegen innerhalb des Keupergebietes; am Westfusse des Schwarzwaldes, ferner in der Gegend nördlich am Harze, endlich in mächtigen Ausdehnungen in England kommt dieses Gestein vor. Auch im bayerischen Alpengebiet ist im Lettenkeuper Pflanzensandstein nachgewiesen und bei Klais unfern Mittenwalde besteht ein Steinbruch, der die sogenannten Waldgrenzsteine liefert.

Die Keupersandsteine finden als gute Bausteine eine sehr verbreitete Anwendung, in ganz Schwaben und Franken wird derselbe zu den hervorragendsten Bauwerken verarbeitet und gestattet besonders in seinen feinkörnigen Varietäten eine scharfe Ausführung von architektonischer Gliederung und Ornamentirung. Viele Stuttgarter Gebäude geben

Digitized by Google

den Beweis, wie bildungsfähig dies Material unter den Händen geschickter Steinmetzen ist.

Die Kieselsandsteine werden auch wohl zum Strassenbau, zur Pflasterung und zu Mühlsteinen gebraucht und sind hier die Brüche von Wendelstein in der Nähe von Schwabach besonders zu erwähnen; die weichen Varietäten werden in Würtemberg zu Sand benutzt (Stubensandstein).

f. Liassandsteine kommen in mancherlei Varietäten vor, besonders hervorzuheben sind jene Quarzsandsteine, die ihrem äusseren Habitus nach den sächsischen Quadersandsteinen sehr nahe stehen; so wird im Luxemburgischen ein weisser oder hellgelber, fast nur aus Quarzkörnern bestehender Sandstein gebrochen, der sich vorzüglich zu Bauzwecken eignet, und gleiches gilt von jenen sehr feinkörnigen, lichtgelblichgrauen, glimmerreichen Sandsteinen, welche bei Helmstädt und Hildesheim im untersten Schichtensystem der dortigen Liasformation vorkommen; auch bei Baireuth, Bamberg, Coburg, Eisenach, Gotha, an der Porta u. a. O. kommen hellfarbige, feinkörnige, feste, meist dünnschichtige Quadersandsteine, dem Lias angehörend, vor; an andern Orten tritt in den tiefsten Schichten der Liasformation ein grobkörniger Arkosesandstein auf, in Oberfranken findet man meist grobkörnige, sehr eisenschüssige Sandsteine, mit dunkelgrauen Schieferthonen abwechselnd.

Eine hervorragende Rolle spielen auch die Sandsteine der braunen Jura- oder Doggerformation, die meistens mit Sandsteinen beginnt und oftmals in ihrer unteren Hälfte nur aus Sandsteinen besteht; vorherrschend ist bei ihnen die braunrothe, braungelbe Farbe, und haben sie entweder ein thoniges oder ein mergeliges Bindemittel, sind entweder sehr fest, gehen aber auch in lockern Sand über. In Schwaben und Franken, aber auch in Polen und andern Ländern kommen sehr feinkörnige, im Bruch weiche, an der Luft aber sich erhärtende Bausteine in der Doggerformation vor, die durch Eisenoxydhydrat sehr gleichmässig gelblichbraun bis dunkelokergelb gefärbt erscheinen; durch Aufnahme von kohlensaurem Kalk werden sie lichter gefärbt, härter und vermitteln allmälig Uebergänge in Kalkstein. Im nordwestlichen Deutschland, zumal in der Weserkette von Lübbeke bis Bramsche, kommen dunkelgraue feste Sandsteine im Dogger vor, die dem Grauwackensandstein sehr ähnlich sind.

Auch in der Juraformation erscheinen zuweilen Sandsteine, so wurden die Sandsteine bei Blansko in Mähren, die früher für Quadersandsteine gehalten wurden, als der oberen Juraformation angehörend erkannt; diese Sandsteine sind reich an Glaukonit, so dass sie fast grasgrün erscheinen, und sind ausserdem erfüllt mit einer Unmasse von Hornsteinkonkretionen.

In der obersten Abtheilung des jurassischen Schichtensystems (Waalden-Formation) treten weissliche, graue oder gelbliche, meist sehr feinkörnige Sandsteine an einzelnen Punkten des Osterwaldes südlich vom Deister auf,

Digitized by Google

die ihrer grossen Festigkeit wegen als Baumaterial sehr geschätzt sind und nach ihrem Fundorte den Namen Deistersandsteine führen.

g. Quadersandstein gehört der Kreideformation an und besteht aus Quarzkörnern, die bald feinkörnig, bald grobkörnig, mitunter konglomeratähnlich sind, verkittet mit thonigem oder mergeligem, kieseligem, eisenschüssigem Bindemittel; die Quarzkörner haben bisweilen sehr krystallinische Struktur; die verschiedenen Varietäten des Quadersandsteins sind meist weiss, gelb, braun, seltener grün und sehr selten roth gefärbt.

Die Mächtigkeit ihrer bald mehr bald minder deutlich ausgesprochenen Schichtung variirt von einigen Zentimetern bis zu vielen Metern; zu der Schichtung gesellt sich oft eine vertikale Zerklüftung, und so zeigen diese Sandsteine der Kreideformation eine quaderförmige Absonderung, daher auch ihr Name.

Als nicht seltene accessorische Beimengungen sind Hornstein, Chalcedon und Brauneisenerz zu nennen; organische Ueberreste sind in einigen Schichten reichlich vertreten, in anderen fehlen sie fast ganz.

Quadersandsteine mit vorherrschend kieseligem Bindemittel finden sich am Nordrande des Harz in mächtigen und steil aufgerichteten Schichten bei Ballenstädt, bei Warnstedt und Weddersleben (Teufelsmauer), im Teutoburgerwalde; auch bei Wehrau in der Lausitz und bei Graupen in Böhmen ragen ähnliche Gruppen empor; bei Heidelberg und Regenstein, bei Blankenburg erscheinen die Felswände des Quadersandsteins durch Verwitterung der weichern Partien sehr zellig und kavernos. In engen Schluchten und Thälern entstanden durch Erosion schroffe, oft senkrechte Felswände, welche sich durch groteske, abenteuerliche Gestalt auszeichnen und daher imposante und landschaftlich malerische Wirkungen hervorbringen, wie dies in der sächsischen Schweiz, bei Politz und Adersbach in Böhmen und andern Orts z. B. in England der Fall ist.

Vorzügliches Gestein liefert die sächsische Schweiz, wo es in Mächtigkeit bis zu 600—1000 m. vorkommt; die Steinbrüche von Pirna, Schandau, Cotta, Königsstein sind hier namhaft zu machen, welche theilweise auch einen äusserst feinen, weissen, zu Bildhauerarbeiten brauchbaren Stein (Bildhauersandstein) liefern; ferner finden wir den Quadersandstein an den Abhängen des Erzgebirges, im Thüringerwald und im Harz.

Eine sehr umfassende Anwendung wird von diesem Sandstein gemacht; die alten und neuen Kunstbauten Dresdens bestehen aus diesem Stein und haben den Beweis geliefert, wie sehr er der Witterung zu widerstehen vermag; in Berlin, wie überhaupt überall da, wo dies Material durch Fluss- und Eisenbahnfracht verführt werden konnte, ist es zu grossartigen Bauausführungen, besonders Eisenbahnbauten, benutzt worden; die feineren Arten werden zur Bildnerei und zu allen architektonischen Verzierungen und Gliederungen verarbeitet, die gröberen geben Quadern zu Land- und Wasserbauten; als Platten werden sie zu Wandverkleidungen und Fuss-

Digitized by Google

bodenbelegen verwendet, und ausserdem fabrizirt man daraus vielfache Geräthe und selbst auch Mühlsteine. Die mit vorherrschend thonigem Bindemittel versehenen Quadersandsteine kann man jedoch nur im Innern von Gebäuden zur Anwendung bringen, da sie von der Witterung stark angegriffen werden.

Ihrer Feuerbeständigkeit wegen werden diese Quarzsandsteine auch zur Konstruktion der Gestelle in den Hochöfen verwendet.

h. Grünsandstein ist reich an Glaukonit, welches die grüne (grünlichgrau, berggrün, seladongrün, lauchgrün) Färbung des Gesteins bedingt, und hat vorherrschend mergeliges Bindemittel; auch er gehört ganz analog der Bildung des Quadersandsteins der Kreideformation an; glaukonithaltige Sandsteine kennt man in Sachsen, Böhmen und Schlesien, auch in der Kreideformation Westphalens bei Soest, Werl, Unna wird Grünsandstein zu Bauzwecken gebrochen. Hieher möchte auch der Hilssandstein zu rechnen sein, ein weissliches oder gelbliches, oft etwas glaukonithaltiges und dickschichtiges Gestein, das hauptsächlich am Hils, auf der Nordseite des Harzes, vorkommt und vielfache Verwendung findet.

In Bayern wird der Grünsandstein in zahlreichen und sehr grossen Steinbrüchen der Umgegend von Regensburg (Kehlheim, Abbach, Kapfelberg, Abensberg) gewonnen, und wurde von hier das ausgezeichnet schöne Material bezogen, das in München zum Bau der Residenz, Allerheiligenkirche, der beiden Pinakotheken so vielfache und ausgedehnte Verwendung gefunden hat; die mächtigen Säulen am Saalbau, die kolossalen Quadern am Königsbau, die Verwendung dieses Gesteins am neuen Bahnhofe, die vielfache Ornamentirung und fein durchgebildete architektonische Gliederung der Gesimse zeigen zur Genüge, dass der Grünsandstein sehr geeignet erscheint, den Zwecken der monumentalen Architektur zu dienen, wie auch dies Gestein beim Weiterausbau des Regensburger Domes und den Brückenbauten über die Donau mit bestem Erfolg Anwendung fand. Auch zur Herstellung von Grabmonumenten und Statuen wird es benutzt.

i. Andere Sandsteine der Kreideformation sind durch kohlensauren Kalk oder durch Mergel und kieselige Substanzen gebunden und pflegen sehr feinkörnig, weich, bald dick, bald dünnschichtig zu sein, in letzterem Falle, nennt man sie Plänersandstein. (Prager Baustein.)

k. In den älteren Kreideschichten der bayerischen Alpen, so z. B. im Algäu tritt Galtgrünstein auf, mehr oder weniger durch Glaukonitkörnchen grün gefärbt, das Gestein erscheint oft so dicht, dass es aphanitisch wird und dann vorzügliche Pflastersteine liefert.

l. Der Kreideformation wird ferner zum theil der Wienersandstein zugerechnet, während ein anderer Theil so eng mit der Nummulitenformation verknüpft erscheint, dass er dem Eocän der Tertiärformation zugetheilt werden muss. Der Wienersandstein, auch Karpathensandstein, Flyschsandstein, Fukoidensandstein genannt, ist ein fein- und ver-

Digitized by Google

wachsenkörniger, seltener grobkörniger Sandstein mit vorherrschendem kohlensaurem Kalkbindemittel, von deutlicher oft dünnschiefriger Schichtung, auf den Schichtenflächen oft mit feinen Glimmerblättchen, auch mit kohligen Theilen versehen. Von organischen Resten kennt man in ihm fast nur Algen, daher Fucoidensandstein; seine Farbe ist vorherrschend grau oder gelblich grau, zuweilen nimmt der Kalkgehalt zu und der Sandstein wird dadurch dunkelfarbig. Der Wiener Sandstein bildet einen mächtigen Zug durchs ganze Alpengebiet; am Kahlenberge bei Wien befinden sich bedeutende Steinbrüche, wie auch an vielen Orten in der Nähe der Karpathen, und liefern eine reiche Fülle von sehr geschätztem Baumaterial, das sowohl in Wien als in den grössten Städten Ungarns, Galiziens etc. vielfache Verwendung zum Monumentalbau findet. In den bayerischen Alpen kommen Flyschsandsteine mit so vorherrschend kieseligem Bindemittel vor, dass sich körnig-splittrige Kieselsandsteine bilden, welche in einzelnen Partien als Mühlsteine Verwendung finden, so bei Sonthofen, Aschau und am Rohmbache bei Miesbach.

m. In den bayerischen Alpen sind noch mehrere Sandsteingebilde anzuführen, die zwar mehr von lokaler Bedeutung, aber doch immer wichtig genug sind, hier erwähnt zu werden, so gehören den Nummulitengebilden an: Der Burgberger Grünsandstein, ein dichter, durch Glaukonit intensiv grün gefärbter, nicht sehr harter Sandstein mit mergeligem Bindemittel, der als Baustein, theils aber auch als Schleifstein in unterirdischen Steinbrüchen von Burgberg bei Sonthofen gewonnen wird.

n. Der Nummulitensandstein ist theils dunkelgrün bis schwärzlich gefärbt, mit starkem Kalkgehalt und Einmengungen von Eisenerzkörnchen, und in der Regel mit Nummuliten erfüllt; theils ist es ein grober, mit grossen Quarzkörnern erfüllter Sandstein, mit kalkig-eisenhaltigem Bindemittel und Einmengungen zahlreicher Eisenerzkörnchen; seine Farbe neigt sich dadurch zur röthlichen und gelblichen hin; solche Sandsteine werden in mehreren Steinbrüchen am Gründten, bei Stallau und Enzenau unfern von Tölz, dann am Kressenberg bei Altbeuern und bei Neubeuern gewonnen; in Neubeuern werden ausser den sogenannten Haberkornsteinen, die zu Hau- und Bruchsteinen, zu Trottoirplatten (Maximiliansstr. in München), zu Pflasterungen und Wasserbauten verwendet werden, auch Mühlsteine aus Nummulitensandsteinen angefertigt; endlich kommen in den dortigen unterirdischen Steinbrüchen sehr feinkörnige Stücke zu Tage, die zu Schleifsteinen verarbeitet werden.

o. Molasse-Sandstein gehört der tertiären Formation, theils der älteren (oligocänen), theils der jüngeren (neogenen) Molasse, an und rechnet man ihn zu den jüngsten Sandsteinen; er ist gross- bis höchst feinkörnig, aus eckigen Quarzkörnern bestehend, mit mergeligem, aber auch thonigem Bindemittel, mit unebenem oder splittrigem Bruch, oft mit Glimmerblättchen gemengt, von vorherrschend grauer Farbe, jedoch kommt er

Digitized by Google

auch gelblich und grünlich vor. Ein Theil der Molassé-Sandsteine ist sehr hart, ein anderer sehr weich.

Man findet diese Sandsteine häufig mit Nagelflue in mächtigen Schichten am nördlichen Saume der Alpen, in Bayern, im Oberlande mit den Steinbrüchen bei Steingaden, Echelsbach, Lechbruck, Klein-Weil, Dürrenhausen, Blaichach, in der Schweiz in den Kantonen Bern, Freiburg, Luzern, Solothurn, auch in Würtemberg und in Oesterreich.

Die Molasse-Sandsteine sind vielfach als treffliche Bausteine bekannt und werden überall, wo sie vorkommen, mit bestem Erfolg verarbeitet; so vor Jahrhunderten in den bedeutendsten Städten der Schweiz und haben sie hier bekundet, dass sie der Witterung durchaus zu widerstehen im Stande sind. Auch in München benutzt man diese Steine sehr vielfach zu Quadermauerwerk (Bahnhofgebäuden), zu Treppenstufen, zu Rinnsteinen, zu Grabmonumenten; haben jedoch die Molassesandsteine thoniges Bindemittel, was häufig vorkommt, so sind sie freilich wenig zu gebrauchen und werden schnell durch Wasser erweicht und durch den Frost zerstört.

In Norddeutschland sind Sandsteine der tertiären Formation sehr selten und bilden dann wohl nur Zwischenbänke im losen Sande, wie dies z. B. der Fall zwischen Stettin und Pölitz ist, wo ein ziemlich harter, dunkel röthlichbrauner, etwas glimmerhaltiger Sandstein gewonnen wird; hierher sind auch die sogenannten Sternberger Kuchen (Mecklenburg-Schwerin) zu zählen, ein aus braunem bis braunrothem Sande bestehendes Gestein, das sehr stark mit wohl erhaltenen Conchylien erfüllt ist.

III. Konglomerate, Breccien (Trümmergesteine) und Tuffe.

Alle Konglomerate und Breccien (Psephite) sind klastischer Natur, erstere bestehen aus abgerundeten Geschieben und Geröllen, letztere aus scharfkantigen und eckigen Gesteinsbruchstücken, in beiden Fällen sind ihre Fragmente durch ein Bindemittel (Cement) verkittet. Die Konglomerate sind oft so grossstückig, dass nahezu metergrosse Geschiebe in denselben vorkommen, während in bezug auf die Grösse der Fragmente bei den Breccien aufwärts kaum eine Grenze aufzustellen ist, da hier selbst mehrere Meter grosse Bruchstücke vorhanden sind.

Stammen alle Fragmente, oder doch die meisten, von ein und demselben Gestein ab, so nennt man es ein einfaches oder ein monogenes

Digitized by Google

Gestein, dagegen ein gemengtes oder polygenes, wenn die Fragmente desselben von zwei oder mehreren verschiedenen Gesteinen abstammen. Die Konglomerate werden gewöhnlich nach demjenigen Gesteine benannt, dessen Fragmente sie hauptsächlich zusammensetzen (Quarzitkonglomerat, Bimssteinbreccie).

Sehr verschiedenartig ist auch das Bindemittel der Trümmergesteine, häufig ist es von kalkiger und kieseliger Beschaffenheit, häufig aber auch aus der Zertrümmerung und Zersetzung der verkitteten Gesteine selbst hervorgegangen; es können aber auch die Bruchstücke in der Grundmasse eines eruptiven Gesteins liegen, wie bei Grünstein- und Porphyr-Konglomeraten.

Ist das Konglomerat oder die Breccie in seinen Bruchstücken und in seinem Bindemittel politurfähig, so entsteht ein höchst schätzbares Steinmaterial für die Luxusarchitektur.

Die Konglomerate und Breccien gehören einerseits den ältesten Erdbildungen an und reichen andererseits bis in unsere recente Zeitperiode.

1. Gneisbreccien

mit Gneisbindemittel; auch im eruptiven Granit sind breccienartige Gesteinsanhäufungen, Fragmente von Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer und andern Silikatgesteinen, nachgewiesen. Die Grösse dieser Fragmente ist sehr verschieden; von kleinen Brocken und Splittern gehen sie zu immensen Blöcken über; sie haben gewöhnlich unregelmässig polyedrische, scharfkantige Form, bei schiefrigen Fragmenten macht sich platte, schollenförmige Struktur geltend, während das Vorkommen von abgerundeten Gesteinsstücken, faust- und kopfgross, doch nur zu den Seltenheiten gehört.

Wirkliche Konglomerate von Geröllen und Geschieben und polygenem Charakter finden sich nicht selten an der untersten Grenze der silurischen oder devonischen Formation und sind als Anfänger der sedimentären Operation zu betrachten, so findet man im

2. Grauwackenkonglomerat

Geschiebe, bestehend aus Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Grünstein, Quarz, Porphyr und andern Gesteinen, die mit einem Thonschiefer-Bindemittel verkittet erscheinen, wobei die völlig abgerundeten Fragmente von Faustgrösse bis zu einem Durchmesser von 1—2 Meter und noch grösser vorkommen.

3. Quarzkonglomerate und Quarzitbreccien

bestehen aus Geröllen, Geschieben oder eckigen Bruchstücken von Quarzit und Quarz, bisweilen mit Fragmenten anderer Gesteine vermischt, sie

Digitized by Google

haben kieseliges, thonschieferartiges oder thoniges Bindemittel; bestehen die Fragmente vorherrschend aus Kieselschiefer und Lydit, so nennt man sie Lyditkonglomerate, bestehen sie aus Geröllen von Flint oder Feuerstein, Flintkonglomerate. Hierher gehört auch der Puddingstein aus Herfordshire und anderen Gegenden Englands, dessen Flintgerölle mit einer Art koncentrischer Farbenzeichnung versehen sind.

Die Quarzitkonglomerate werden nicht selten im Gebiete der sogenannten Uebergangsformation gefunden, aber auch die Kreideformation und Braunkohlenformation beherbergen diese Gesteine.

Vielfaches Material zu klastischen Gesteinen haben Diabas, Diabasporphyr, Aphanit etc. gegeben; da man diese Gesteine unter dem Namen Grünsteine zusammenfasst, so pflegt man auch die aus ihrem Schutte gebildeten Gesteine unter dem Namen Grünsteinkonglomerate und Grünsteintuffe zusammenzufassen.

4. Grünsteinkonglomerate und Grünsteinbreccien.

Beide schliessen sich vorherrschend den Gesteinen von eruptivem Charakter an und besitzen dann ein Bindemittel von krystallinischem Grünstein, während ein Bindemittel theils aus Grünsteintuff, theils aus anderm klastischen Material, auf Alluvionsbildungen schliessen lassen. Diese Grünsteinkonglomerate kommen im sächsischen Voigtlande, in Oberfranken ziemlich häufig vor und erscheinen oft als sehr grossstückige Breccien. Grünsteintuff besteht aus feinem, sand- und staubförmigem Grünsteinschutt und erscheint oft als ein scheinbar einfaches Gestein von feinkörnigem, erdigem bis dichtem Bruch; es enthält zuweilen, wie z. B. in Sachsen, eine Menge von organischen Ueberresten.

5. Porphyrkonglomerate und Porphyrbreccien

sind abgerundete oder scharfkantige Fragmente von Porphyr, die durch feineren Gesteinsschutt, bisweilen auch durch porphyrische Grundmasse verbunden sind; die Fragmente stammen entweder von ein und derselben Porphyrart oder sie gehören verschiedenen porphyrischen Gesteinen an; in letzterem Falle entstehen zuweilen sehr buntscheckige Varietäten; unter Porphyrtuff oder Felsittuff versteht man solche klastischen Gesteine, die durch feinsandigen oder zu Staub zertheilten Porphyrschutt entstanden sind; ihre Härte ist gewöhnlich gering, doch kommen auch mitunter sehr harte Varietäten vor; die Porphyrtuffe zeigen zuweilen Abdrücke von Blättern, Farnkräutern, Pflanzenstengeln etc. Die Bandjaspise gehören zu den feinkörnigsten, dichtesten und festesten Felsittuffen.

Digitized by Google

6. Trachytkonglomerat und Trachytbreccie

besteht aus Blöcken, theils aus Bruchstücken und Rollsteinen von Trachyt, worin auch Bimssteinbruchstücke und Theile von schlackigem Basalt vorkommen und durch einen trachytischen Teig verbunden sind. Ein Konglomerat dieser Art von grosser Gleichförmigkeit findet sich im Siebengebirge und der Umgegend des Laacher See's, wo es seiner Feuerbeständigkeit wegen zu Ofenkonstruktionen und zu Herdsteinen verwendet und daher wohl Backofenstein genannt wird; man macht daraus auch Futtertröge etc.

Als ähnliches Fragmentar-Gestein ist hier das Phonolithkonglomerat, das Bimssteinkonglomerat und die Bimssteinbreccie zu erwähnen. Dieses Gestein besteht aus eckigen und abgerundeten Stücken von Bimsstein, entweder mit thonigem Bindemittel oder mit einer aus zerriebener Bimssteinmasse bestehenden Substanz verkittet, oder das ganze Gestein besteht aus letzterer selbst; es ist leicht, porös und von geringer Festigkeit. Als fremdartige Beimengungen zeigen sich Blättchen von Glimmer, Opal und Stücke von Trachyt, Obsidian etc.

Dies Material dient, da es leicht zu bearbeiten ist, zur Ausmauerung von Fachwerkswänden, zu Feuermauern, Kaminbauten, in der Gegend von Neuwied am Rhein zum Baustein, der selbst die Einarbeitung von Ornamenten gestattet.

Der fein zerkleinerte Schutt von Trachyt und Bimsstein hat ebenfalls auf klastischem Wege Trachyttuff und Bimssteintuff entstehen lassen, und spielen diese in trachytischen Gegenden oft eine grosse Rolle.

Diese Tuffe sind vorherrschend von hellen Farben, gelb- und lichtgrau, erdig und dicht und besitzen ein thoniges, mergelartiges oder kreideähnliches Ansehen; in einigen Gegenden umschliessen die Tuffe Konchylien, Diatomeen, Glimmer, Feldspath, Magneteisen, Opal. Zu diesen Gesteinen gehören die bekannten Tuffe der Umgegend von Neapel, der Pausilipptuff; dieser findet sich in mächtigen Schichten über weite Flächen verbreitet, zum theil Hügelland bildend, vorzüglich in den vulkanischen Gegenden Italiens (Campi Flegri, Procida und Ischia); dann kommt er in der Campagna von Rom, besonders gegen Viterbo zu vor. Auch findet sich am Albanergebirge ein solcher Tuff, der seiner mannigfachen Einschüsse von schwarzem Glimmer und Krystallen, von Augit und Leucit, sowie von feinen Magneteisen-Körnern Peperino genannt wird. Mächtige Ablagerungen, aus einer grossen Anzahl von Schichten bestehend, lassen darauf schliessen, dass dieses Gestein im schlammartigen Zustande zur Ablagerung gelangte.

Man unterscheidet von diesem Tuff nach seiner verschiedenen Beschaffenheit, besonders in bezug auf seine Härte:

a. Steintuff,
b. Bröckeltuff.

Digitized by Google

Der Steintuff ist ein vorzügliches Baumaterial, aus dem im römischen Alterthume schon die bedeutendsten Bauwerke errichtet wurden; er zeigt, dass er unverwüstlich ist; der Bröckeltuff, auch Puzzolanerde genannt, war den alten Römern gleichfalls bekannt und verwendeten sie dies Material als Zuschlag zum Mörtel für den Wasserbau (Vitruv liber II. 6, Plinius XXXV. 13), und bildet die Puzzolanerde auch gegenwärtig noch einen gesuchten Handelsartikel. (Ueber Puzzolane siehe Weiteres unter Verbindungsmaterialien.)

7. Trass
(Duckstein).

So nennt man ein dem Bimssteintuffe sehr nahe verwandtes Gestein, welches jedoch nach neuen Forschungen wahrscheinlich im schlammartigen Zustande zur Eruption gelangte und somit als Schlammlava zu betrachten ist; er hat graue oder unrein gelbe, auch ins Braune gehende Farbe und mattes Ansehen und fühlt sich rauh an; ist dicht, meist aber porös und befinden sich in seiner Masse, ausser Glimmer, noch Stücke von Bimsstein, Thonschiefer, Trachyt, Basalt, Quarz, Magneteisenstein; die Bimssteinstücke von eckiger oder runder Gestalt, von der Grösse eines Schrotkorns bis zu der einer Faust, sind glanzlos, von Farbe gelblich weiss und bilden oft den dritten Theil der ganzen Masse. Im Trass findet man hin und wieder auch verkohlte Baumstämme. Der Trass lagert meistens in Thälern, 3—4 m. stark und ist dann wohl mit einer sehr starken Lage von Dammerde gedeckt.

In Deutschland findet man ihn in den Schiefergebirgen des Rheins, besonders bei Andernach, Neuwied im Brohlthale und in der Gegend von Trier; auch in Ungarn und Frankreich; in Bayern bei Nördlingen. Der Trass oder Duckstein wird, da wo er vorkommt, auch als Baustein benutzt, hauptsächlich aber wird er verwendet, um ihn als Zuschlag zum Kalkbrei zu geben, wodurch ein vorzüglicher Wassermörtel gewonnen wird; zu diesem Zweck wird der Trass gemahlen; er bildet einen bedeutenden Handelsartikel und wird von Andernach hauptsächlich nach Holland verführt. (Weiteres siehe Verbindungsmaterialien.)

Ein eigenthümliches Tuffgebilde findet sich noch auf dem vulkanischen Terrain in der Gegend von Rieden, nämlich der Leucittuff, der mit vielen verwitterten Leucitkörnchen erfüllt ist[1]).

8. Basaltkonglomerat
(Basalttuff oder Trapptuff)

besteht aus eckigen und abgerundeten Stücken von Basalt, Dolerit, Wacke, zum theil aus Geschieben von Quarz, Granit, Grauwacke, Sandstein und

[1]) Uebersicht der Hauptgesteinsarten des Preuss. Staates von Dr. A. Remelé (J. Springer in Berlin 1873).

Digitized by Google

Kalkstein etc., durch ein graues oder rothes, bald festes bald lockeres, schlammiges und thoniges Bindemittel verbunden, das durch Zesetzung und Zerreibung der erst genannten drei Gesteine entstanden zu sein scheint, hin und wieder aber als Basaltasche oder schlackiger Basalt erscheint. Die Grösse der verschiedenen Bruchstücke und Geschiebe ist äusserst verschieden; zufällige Einmengungen sind: Augit, Olivin, Hornblende, Glimmer und Magneteisen; aber auch Kalkspath oder Aragonit treten oft in Form von Nestern, Trümmern und Adern im Basaltkonglomerat auf.

Wenn die Fragmente der Basaltkonglomerate sehr klein werden, so entstehen die Basalttuffe; sie sind meist grau, doch auch braun und schwärzlich gefärbt und tragen meist mehr oder weniger deutliche Spuren horizontaler Schichtung durch Wasser an sich; nicht selten schliessen sie Fragmente von andern Gesteinen in sich ein, wo sie aber ohne solche auftreten, erscheinen sie mehr homogen, werden hart und gehen förmlich in die sogenannte Wacke über.

Basaltkonglomerate und Tuffe kommen in allen Basaltgegenden z. B. am hohen Parkstein, bei Fuchsmühl, Thumsenreuth, an der Zottenwiese bei Albenreuth im bayerischen Walde, im Vogelsgebirge, Habichtswald, Westerwald, im Siebengebirge etc. vor, und liefern hauptsächlich die letzteren durch ihre Zersetzung einen kalkhaltigen und eisenreichen, sehr fruchtbaren Lehmboden.

9. Kalksteinkonglomerat und Kalksteinbreccie

bestehen aus Geröllen oder eckigen Bruchstücken von Kalkstein zum theil vermengt mit Fragmenten anderer Gesteine; sie sind oft durch ein äusserst festes Kalksteinbindemittel, aber auch durch kalkigen Kitt mit einander verbunden; Trümmermarmor (marmo brecciato) kommt schon in der silurischen und devonischen Formation vor, so unter andern Fundorten bei Köstenberg in Oberfranken, in den Pyrenäen, bei Kielce im Sandomirgebirge Polens; auch im Kohlenkalke Englands sind Marmorbreccien anzutreffen; der Kreideformation angehörig ist die Rudistenbreccie der bayerischen Alpen, von Rudistenüberresten erfüllt; dies Gestein ist röthlich gefärbt mit Uebergängen in gräuliche und ziemlich reine, weisse Nüancen.

Viele neuere Kalksteinkonglomerate sind noch fortwährend in der Bildung begriffen, indem zusammengeschwemmte Kalksteingerölle durch langsam im Wasser sich bildende Niederschläge verkittet werden.

10. Kalktuff

ist ein dichter oder höchst feinkörniger, bis erdiger Kalkstein von gelblichgrauer, gelblichweisser oder gelblichbrauner Farbe, besonders ausgezeichnet durch seine Struktur, welche stets porös, blassig, tubulos und cavernos ist und durch cylindrische, röhrenförmige und anders gestaltete Inkrustate

Digitized by Google

von Pflanzenstengeln aller Art, von Blättern und sonstigen organischen Körpern ein so eigenthümliches Ansehen gewinnt, dass das ganze Gestein wie ein Haufwerk von zusammengekneteten Pflanzen-Inkrustaten erscheint. Ausserdem finden sich im Kalktuff auch thierische Ueberreste, als Knochen, Schnecken und Muscheln. Der Kalktuff ist theils deutlich, theils undeutlich geschichtet, man unterscheidet einen älteren, in Italien unter dem Namen Travertin bekannt, der zu den Diluvial-Gebilden gerechnet wird, und einen jüngeren, der, neben allen Ablagerungen des kohlensauren Kalksteins gefunden, den recenten Bildungen angehört.

Der Travertin ist ziemlich dicht, von splittrigem, ins Muschlige verlaufendem Bruch, auch mitunter bis ins Erdige übergehend, oft von grosser Festigkeit (Marmorhärte), von weisser, gelblicher auch bräunlicher Farbe, oft bituminös, mit vielfachen Blasenräumen und Zellen versehen. Er findet sich vorzüglich in der Campagna zwischen Rom und Tivoli, auch in Ungarn und in anderen Gegenden über grosse Ebenen verbreitet. Er wurde schon in den ältesten Zeiten als ausgezeichnetes Baumaterial benutzt und dient auch jetzt noch den ähnlichen Zwecken. Seine Dauerhaftigkeit bewährt sich in mehreren der bedeutendsten römischen Ruinen, und man glaubt, dass er mit dem Alter an Härte zunimmt; das steht fest, dass er durch den Einfluss der Luft sich nach und nach röthlicher färbt.

Dem Travertin sehr nahestehend ist der sogenannte Sprudelstein von Karlsbad, welcher aus Aragonit besteht und sowohl bei Karlsbad als auch durch andere heisse Quellen verschiedenen Orts noch fortwährend gebildet wird.

Der jüngere Kalktuff bildet sich beim Hervorbrechen starker kohlensäurehaltiger Quellen, die reich mit aufgelöstem Kalk beladen sind, durch Verflüchtigung eines Theils der Kohlensäure, und werden so mächtige Kalktuffmassen erzeugt, die häufig in grossen Steinbrüchen gewonnen werden; ist der Kalktuff im ersten Anfange noch von Feuchtigkeit durchdrungen, so erscheint er weich, erhärtet aber nach und nach an der Luft. Gleiche Eigenschaften besitzt auch das in Steinbrüchen gewonnene Material, das aber, einmal ausgetrocknet und erhärtet, die Feuchtigkeit nicht mehr an sich zieht. Daher liefert der Kalktuff ein vorzüglich trockenes, wegen seiner porösen Beschaffenheit die Ventilation sehr beförderndes, sehr gesundes, ausserdem sehr leichtes und festes Baumaterial, und deshalb benutzt man dasselbe auch trotz seines rauhen, löchrigen Ansehens, sehr häufig beim Bauen zu Quadern, Pilastern, Sockelsteinen und empfiehlt es sich durch ausgezeichnete Dauer; man überzieht den Tuff wohl auch mit Stuck, da derselbe auf ihm sehr gut haftet.

Kalktuff kommt häufig in den Thälern der Kalkgebirge vor, so findet er sich z. B. in der Umgegend von Paris, in der Gegend von Weimar und Langensalza in Thüringen, bei Göttingen, Heiligenstadt, Mühlhausen, in Sachsen kommt er unweit von Meissen, im Frankenjura bei Casendorf,

Digitized by Google

Gräfenberg, Streitberg vor, auch die bayerischen Alpen sind reich an Tuffablagerungen; im Mühlthale bei Miesbach befinden sich sehr ausgedehnte Steinbrüche, die vorzügliche Bausteine liefern, auch befinden sich dort viele kleine Tropfsteinhöhlen, deren Stalaktiten zu Grabsteinen benutzt werden; andere Steinbrüche von Bedeutung sind bei Tölz, bei Polling und Hugelfing unfern Weilheim, am Rechenberge, bei Burggen am Lech etc.

11. Nagelflue

ist ein Konglomerat, das sowohl der älteren als auch der jüngeren Molasse angehört; grösstentheils besteht es aus verschiedenen Geröllen und Geschieben von Kalk und Sandsteinen, die höchst verschiedene Grösse haben und mit einem mergeligen, zuweilen eisenschüssigen und sandsteinartigen Bindemittel verkittet erscheinen. Als Einmengungen treten untergeordnet Urgebirgsfelsarten und unter diesen besonders Hornblendegestein, Quarz, Granit, Gneis etc. auf.

Jüngere und ältere Nagelflue findet sich an den Ausgängen der Alpen in mächtigen Schichten, welche oft an den Flussufern zu Tage treten, so in Oesterreich, Bayern, Tyrol, in der Schweiz, woselbst die Nagelflue vom Rigi als ein sehr geschätztes Gestein bekannt ist. Um München herum, an den Ufern der Isar, im Biberthale wie überhaupt in unseren Alpen giebt es sehr viele Steinbrüche, die ausgezeichnete Quadern dieses Gesteins liefern, ausgezeichnet durch grosse Härte, Festigkeit und Dauer.

Vorzügliche Dienste leistet Nagelflue dem Wasser-, Grund- und Brückenbau, wird auch zu Sockelsteinen und Strassenpflastern vielfach benutzt, ja selbst zu Kirchenbauten und hierzu besonders in der früheren Zeit; in Innsbruck ist Nagelflue ein vielfach verwendetes Material zum Häuserbau; auch zu Mühlsteinen kann Nagelflue verarbeitet werden.

IV. Lose Gesteine und Erden.

Lose Gesteine, in kolossalen Stücken bis herab zu Stücken in Form von Sand und Staub, sind auf unserer ganzen Erdoberfläche in grösserer oder geringerer Menge vertheilt; sie gehörten ursprünglich geschlossenen Felsmassen an, die durch vielfache Umstände zertrümmert und umgestaltet wurden und dann ihre Vertheilung, wiederum durch sehr verschiedene Kräfte, erfuhren; betrachten wir zuerst die grossen losen Gesteine und gehen nach und nach zu den kleineren über.

Digitized by Google

1. Erratische Blöcke
(Findlinge)

sind lose Felsblöcke, welche theils frei in Ebenen, Thälern, auf Bergabhängen, einzeln oder in Gruppen zusammengehäuft, vorkommen, theils sich in Schuttmassen eingeschlossen finden, theils auf dem Meeresgrunde liegen, aber Fremdlinge in der Gegend sind, indem sie aus Gesteinen bestehen, welche von fern herbeigeführt worden sind. Oft sind sie von sehr bedeutender Grösse, 18—20 000 Kubikmeter enthaltend; alle grossen erratischen Blöcke sind meistentheils eckig, auch scharfkantig, sie enstammen den höchsten Gebirgsketten; so entsendete z. B. der Montblanc, der Monte Rosa, die Grimsel, der St. Gotthard etc. bedeutende erratische Blöcke in weit entfernte Gegenden der Schweiz, Frankreichs, Italiens, und nach dem oberen Bayern drangen die Blöcke aus den Gebirgen des Innthals. An sehr vielen erratischen Blöcken sind scharf ausgesprochene Rutschflächen erkennbar und nach der Art, wie diese Gesteine vertheilt sind und mit anderweitigen kleinen Trümmergesteinen und Schuttmassen derselben Gattung auftreten, ist man zu dem Schluss gekommen, dass diese erratischen Blöcke in der Eisperiode durch die Gletscher fortgeführt wurden, und an ihren Seiten andere scharfkantige oder abgerollte und gekrizte Trümmergesteine und Schutt als Moränen sich aufhäuften.

Einer anderen Erklärung bedarf es jedoch für die Findlinge der nordischen Gegenden. Koncentrisch um die älteren Gebirge des europäischen Nordens finden wir durch Westengland, Holland, Norddeutschland, Polen und Russland Anhäufung von Blöcken nordischer Gesteine, die sich in Deutschland bis an den Rand der Sudeten verfolgen lassen; so existirt ein grosser nordischer Findling in Mitteldeutschland, der denkwürdige Schwedenstein bei Lützen, und einer der grössten war der Markgrafenstein aus den Rauenschen Bergen in der Mark Brandenburg, woraus die grosse Granitschale vor dem Berliner Museum gearbeitet wurde. Die weite Entfernung hat hier zur Annahme eines Transportes durch schwimmende Eisberge geführt.

Die erratischen Blöcke bestehen aus den verschiedenen Gesteinen der älteren Gebirgsformationen, am häufigsten aus Granit, Gneis, Diorit, Syenit, Porphyr, auch aus Kalkstein etc.; sie liefern ein vortreffliches Baumaterial, denn sie bestehen aus einem Gestein, das seine Dauer beweist, nachdem es sich viele Jahrtausende hindurch unzerstört erhalten hat; man verwendet sie daher zu allen möglichen Bauzwecken und, sind es granitische Gesteine, auch zum Strassenbau.

Andere Findlinge grosser Dimensionen liegen am Fusse von hohen Bergen und sind durch Absturz von denselben getrennt; so haben wir im Fichtelgebirge sehr grosse Landstrecken, die gegenwärtig zum theil vollständig bewaldet sind, mit Granit-Findlingen überlagert.

Digitized by Google

2. Gerölle und Geschiebe.

Vielfach haben gewaltige Wassermassen dazu beigetragen, einen weiteren Transport der abgelösten Gesteine zu übernehmen, und konnte dies nur geschehen, indem die Gesteinsmassen entweder geschoben oder gerollt wurden, hierdurch verlor nun das Gestein seine scharfkantige und eckige Form und durch die fortgesetzte gegenseitige Reibung ensteht im ersteren Falle das Geschiebe, im zweiten das Gerölle; je länger dieser Prozess dauert und je weiter die Gesteine fortgeführt werden, je dünner wird das Geschiebe, je kleiner und runder wird das Gerölle. Diesen Prozess können wir hauptsächlich bei unseren Gebirgsländern im Frühjahr beobachten, wo die Gebirgswässer in vollster Thätigkeit begriffen sind und Gesteine in Unmassen in die Thäler herabführen, wobei je nach der Qualität der Gesteinsmassen dieselben so verkleinert werden, dass sie als Riesel erscheinen oder als Sand, oder endlich als Schlamm.

Aber nicht allein die Flüsse sind thätig in der Bildung und Fortführung der Gerölle und Geschiebe, auch die Wellen der Brandung zerstören das Gestein der Meeresküsten und übernehmen den weiteren Transport von Stein und Schutt.

Die Umstände, welche die stets sich noch gegenwärtig fortbildenden Anschwemmungen (Alluvialbildungen) bedingen, sind uralter Natur und wirkten jedenfalls in den Perioden der ersten und ältesten Flötzbildungen schon mit, und welche Gewalt die Geschiebe und Gerölle des Diluviums geschaffen, darüber haben wir einen Anhaltspunkt, wenn wir den Umfang und die Mächtigkeit dieser Gebilde ins Auge fassen. So waren bei der Gestaltung unserer Erde schon frühzeitig, und sind es jetzt noch, allgewaltige Kräfte thätig, um die Gesteine der geschlossenen Felsmassen über die ganze Erdoberfläche zu verbreiten.

Nach der Art des Transportes unterscheidet man Fluss-, Strand- und Gletschergerölle. Zu den auffallendsten Formen von Geröllen gehören die mit Eindrücken an der Oberfläche, in welche kleinere Geschiebe hineinpassen, die sich auch noch in denselben befinden und zwar so genau in die Vertiefungen eingreifend, dass man eine Erweichung der Gerölle, die solche Eindrücke empfangen haben, annehmen muss[1]). Räthselhaft sind die innen hohlen Gerölle, welche an vielen Konglomeraten gefunden werden.

Gerölle und Geschiebe werden je nach ihrer inneren Natur zu verschiedenen Zwecken verwendet, bestehen sie mehrentheils aus Silikaten, so verwendet man sie zum Pflaster und zum Chausseebau, wo sie ganz ausgezeichnete Dienste leisten: die grossen zum Unterbau, die kleineren bis

[1]) Gümbel, S. 696.

Digitized by Google

zur Bohnengrösse zur Ueberschüttung. Gehört das Gerölle und Geschiebe dem Kalkgestein an, wird es zum Kalkbrennen verwendet; so geben die Isargerölle für München und Umgegend fast das einzige Material für den gebrannten Kalk. Kleine Gerölle und Geschiebe bis zu der Grösse eines halben Kubikzentimeters nennt man Riesel, man verwendet sie zum Planiren von Wegen, mengt sie auch wohl unter den Kalkmörtel, um damit einen sehr haltbaren Bewurf auf Mauern herzustellen (Rieselbewurf).

Ist ein Gestein so verwittert, dass es zu kleinen Stücken zerfallen erscheint, nennt man die grösseren wohl Kies, die kleineren Grus oder Grant und findet sich solcher meist an den Abhängen von Bergen in grossen Ablagerungen, wohl mit Schichten von Lehm und Sand wechselnd.

Besteht der Kies aus vorherrschend vielem Quarz, so ist er ein ausgezeichnetes Material die oberste Decke von Chausseen oder makadamisirten Strassen zu bilden; er wird durch schweres Fuhrwerk nur sehr langsam zermalmt und bildet, ist dies geschehen, eine Art Steinmehl, welches der Decke eine ungemeine Festigkeit giebt und wie ein gutes Bindemittel wirkt.

3. Sand

ist jedes lose unverkittete Gestein, welches aus kleinen, eckigen oder abgerundeten Mineral- oder Gesteinskörnern, oder selbst aus losen Krystallen zusammengehäuft ist; die Grösse der Körner variirt von der eines feinen Staubkorns bis zu Erbsengrösse. Man unterscheidet im allgemeinen nach Zusammensetzung, Vorkommen und Verwendung mannigfache Sandarten, so Quarz-, Kalk-, Eisensand, vulkanischer Sand, Quell-, Fluss- und Flugsand, Formsand u. s. w.

Unter Sand schlechthin versteht man aber stets Quarzsand; seine Körner sind scharfe, eckige und abgerundete Stückchen von durchsichtigem oder durchscheinendem Quarz, häufig noch mit glänzenden Krystallflächen, selten Krystalle, zuweilen gemengt mit Körnern von amorphen Kieselvarietäten, Karneol, Hornstein, Kieselschiefer. Sie sind bald wasserhell, bald weiss, bald gelblich, röthlich, grünlich und grün. Oft rührt die Farbe von einem dünnen Ueberzug von Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat oder Manganoxydhydrat her, wie bei vielen rothen, gelben, braunen und schwarzen Sandarten. In manchen Fällen wird die Farbe des Sandes nicht durch die seiner Quarzkörner und Uebergänge, sondern durch fremde Beimengungen bedingt, so die des Grünsandes durch Beimengung der durch kieselsaures Eisenoxydul gefärbten Glaukonitkörner, die schwarze, braune und graue mancher Braunkohlensande durch beigemengte Kohlentheilchen, die braune des Asphaltsandes durch das ihn durchdringende Erdöl. Sonstige fremde Beimengungen sind Glimmerblättchen, Feldspathkörner, schwarze Körner von Magnet- und Titaneisen; Theile von Schnecken, Muscheln, Korallen u. s. w.

Digitized by Google

Der Sand hat eine ungemein grosse Verbreitung auf der Erde. Er ist überall das Produkt mechanischer und chemischer Zerstörung quarzhaltiger krystallinischer Silikatgesteine, wie von Granit, Gneis und Glimmerschiefer. Indem diese zerfallen und verwittern und die Regenmassen die Trümmer den Bächen und Flüssen zuführen, werden diese beim weiteren Transport ferner zerkleinert, durch Ausschwemmen von einander geschieden und die losen von Schlamm getrennten Quarzkörner dabei mehr oder weniger abgerundet. Alle strömenden Gewässer, die aus solchen krystallinischen Gebirgen kommen, führen daher Quarzsand mit sich, den sie in ihrem Bette selbst, wie im Bereich ihrer Ueberschwemmung bei Hochwassern in den Thäler und Niederungen absetzen. In folge der successiven Tieferlegung der Thäler finden wir ähnliche Sandablagerungen aus früheren Zeiten oft auf der Höhe von Terrassen, hoch über dem gegenwärtigen Strombette. Vieler Sand ist aber nicht so primärer Art, sondern er regenerirt sich auch aus den verwitternden Sandsteinen wieder, die vor ihrer Verkittung eben nichts Anderes als Sand waren.

Grossartiger noch als die an der festen Erdoberfläche stattfindenden Zerstörungen und die daraus entstehenden Sandablagerungen sind solche Vorgänge an der Küste, wo fortdauernd die Wellen auf quarzführende Gesteine, seien es Mergelsteine oder Sandsteine, ihre zerstörenden Kräfte wirken lassen. Sie liefern vorzüglich das Material zu den oft äusserst ausgedehnten Sandbänken des Meeres. Ihre Bildner selbst sind die Wellen der Fluth und die durch sie hervorgerufenen Strömungen. Richtung und Stärke dieser Strömungen bedingen Richtung, gruppenweise Vertheilung und Grösse der Sandbänke; daher folgen an der nordamerikanischen Ostküste, wo die Fluthwellen von Süden nach Norden ziehen, auch die Sandbänke allen Ausbiegungen der Küste. Umgekehrt erzeugen der Rückzug der Gewässer bei der Ebbe und die Strömung von den, Bänken gegenüber mündenden Flüssen die Lücken und Oeffnungen in den die Küste begleitenden Bänken. Am ausgedehntesten sind die Sandablagerungen an und hinter lang vorgestreckten Vorgebirgen, vornehmlich in den dahinter gebildeten ruhigen Buchten, ähnlich wie hinter den Spornen, die man in die Flüsse einbaut, um ihr Bette einzuengen. Auch sonst bilden sich die Sandbänke im Schutze von Klippen u. s. w., selbst ein Schiffswrack kann zur Neubildung einer Bank Anlass geben. Stets besteht die Höhe der Bank aus den feinsten Körnern, je tiefer an den Abhängen hinab, um so grösser die Körner. Uebrigens bilden sich nicht an allen Küsten Sandbänke, denn es bedarf einer stromaufwärts gelegenen Gegend, welche das Material liefert, und dann darf auch die Strömung nicht zu stark sein.

Ausser den Sandbänken im Meere und auf dem Festlande bilden die Dünen noch ein wichtiges Vorkommen des Sandes. Sie entstehen überall, wo an einem sandigen Strand die herrschenden Winde den zu den Zeiten der Ebbe trocken gelegten Sand ergreifen und landeinwärts treiben, und

Digitized by Google

können dann ebensowohl zerstörend durch Versandung wirken, wenn sie, unbefestigt durch Vegetation, ins Land weiter getrieben werden, als auch erhaltend. Letzteres dadurch, dass an ihnen die zerstörenden Wellen, insbesondere die Sturmfluthen, sich brechen.

Soweit der Sand beweglich ist, ist er überall dem organischen Leben feindselig, nur einzelne Pflanzen haften mit weitgreifenden Wurzeln und Wurzelstöcken in demselben; die Sandbänke des Meeres in ihren oberen Theilen sind ganz ohne thierische und pflanzliche Ansiedler. — Reicher aber, als das Pflanzen- und Thierleben der Thäler zwischen den Hügelzügen der Dünen sich entwickelt (welches immer ein sehr ärmliches bleibt), ist das Leben in den Tiefen der Kanäle zwischen den Sandbänken des Meeres; am reichsten bei einer Tiefe von 13—40 Meter.

Durch die Erhebung des Meeresbodens sind ausgedehnte frühere Sandbänke des Meeres und Dünen, die sich meist an der Küste gebildet haben, jetzt tief bis in das Innere des Festlandes verbreitet. Wo die atmosphärischen Niederschläge durch das ganze Jahr vertheilt sind, haben sie sich mit Vegetation, die freilich einförmig und oft ärmlich, aber eigenthümlich ist, bedeckt, ohne jedoch ihre ursprüngliche Natur ganz zu verläugnen; denn zerreisst ein Zufall die Vegetationsdecke, dann gewinnt der Sand wieder seine Beweglichkeit und wird zum trostlosen, verderblichen Flugsand, wie in den Heiden Norddeutschlands. Wo aber eine trockne und nasse Jahreszeit sich scharf von einander scheiden, oder wo gar die Regenarmuth der sogenannten regenlosen Zone herrscht, da entsteht die Form der Wüste, die nur in den Einsenkungen, wo in der Tiefe des Bodens sich die Feuchtigkeit erhält, dauernde Vegetation gestattet. Uebrigens bilden dergleichen Sandwüsten, insbesondere die Flugsandwüsten, wenn auch die fruchtbarste, doch durchaus nicht die herrschende Form in den verschiedenen Wüstengürteln der Erde, wie sie insbesondere auch in der Sahara, die man früher als ein einziges grosses Sandmeer zu schildern pflegte, durchaus nicht die Hauptrolle spielen. Grosse Sandflächen sind häufig auch auf dem Festlande selbst entstanden und zwar unter Mitwirkung des Regenwassers durch Verwitterung der Gesteine; was aber die treibende Kraft der Flüsse und Strömungen im Meere bewirkt, das hat hier, wie in den Dünen, vorzugsweise die bewegende Kraft des Windes gethan.

Ausser diesen neuern reineren Sandablagerungen finden sich noch Gemenge von Sand und thonigem Schlamme, so im Lehm, mit dem er durch vollständige Uebergänge durch lehmigen Sand und sandigen Lehm verbunden ist, und gar manche reine Sandablagerungen sind erst durch Ausschlämmen des Thones aus dem Lehm entstanden. Viele dieser Sandablagerungen sind nicht das Produkt der neuesten Zeit, sondern haben sich in den früheren Perioden der Erdbildung theils auf dem Festlande, theils im Meere abgelagert, noch gegenwärtig den Charakter tragend. Insbesondere ausgedehnt sind lose Sandablagerungen aus der diluvialen und tertiären

Digitized by Google

Zeit, auch noch aus der der Kreidezeit und der der Wälderformation. Ja bis in die frühesten Zeiten versteinerungsführender Sedimente finden wir noch einzelne Sandablagerungen in ihrer ursprünglich losen Beschaffenheit.

Alle Sandablagerungen erscheinen, da nach der wechselnden Stärke der Wasser- oder Windströmung auch die Grösse der Körner eine verschiedene ist, durch den Wechsel von Lagern gröberen und feineren Sandes geschichtet. Vorzüglich wo der Wind wirkt und auch beim Absetzen durch Wasser Stürme mitwirken, ist diese Schichtung eine äusserst mannigfaltige, um so mannigfaltiger, da bei der Beweglichkeit des Materials Aufbau und Zerstörung mit wechselnder Richtung der Strömung vielfach sich ändern können. Daher die in den Sandablagerungen so häufige, sogenannte diskordante d. h. abweichende Schichtung des Sandes.

Der Sand hat eine grosse Wichtigkeit für den Haushalt der Natur; seine leichte Durchdringlichkeit durch das Wasser, seine starke Erwärmungsfähigkeit macht den Boden, dem er beigemengt ist, locker, wasserdurchlassend und warm und erhält so, obgleich er, rein und lose, Feind aller Vegetation ist, die Fruchtbarkeit des Bodens. Er gestattet dem Wasser das Versickern bis zu einer Wasser nicht durchlassenden Unterlage; eingeschlossen zwischen solche Schichten, gestattet er demselben, sich zwischen ihnen zu sammeln und nimmt so theil an den Quellenbildungen. Den scharfen Sand braucht man zum Mörtel, reinen Quarzsand zur Glasfabrikation, zur Glasur, zum Schleifen und Putzen, als Formsand für Metallgiessereien und zu vielen anderen Zwecken.

4. Kieselguhr
(Infusorienerde, Bergmehl)

nennt man ganz lose staubartige, wie feines Mehl erscheinende Massen, welche grösstentheils aus Kieseltheilen von Diatomeen bestehen und zuweilen eine sehr ansehnliche Ausdehung und Mächtigkeit erlangen. So befinden sich in Ungarn, bei Franzensbad, Isle de France kreideähnliche Ablagerungen von solchem Kieselguhr, sehr verwandt dem Bergmehl von Santa Fiora in Toskana. In sehr grosser Mächtigkeit kommt diese Erde am Südrande der Lüneburger Heide vor, auch ein Theil des Grund und Bodens von Berlin, bis zu 30 Meter Mächtigkeit, besteht vorherrschend aus Infusorienerde und zwar bis zu Zweidrittel seiner Masse aus noch lebenden Individuen; auch in der Tertiärformation von Richmond in Virginien ist eine äusserst mächtige Ablagerung von Diatomeen aufgefunden, aber das mächtigste Lager dieser Art wurde in der Nähe von Fremont in Oregon entdeckt, das 150 Meter hoch ansteht und nach Ehrenbergs Untersuchungen 72 Arten Diatomeen, sowie 16 Arten Phytolitharien enthält, von denen ein Kubikzentimeter 20 000 Millionen Panzer enthalten soll.

Kieselguhr besteht seinem Wesen nach aus Kieselsäurehydrat und

Digitized by Google

eignet sich demgemäss zur Herstellung von schnell erhärtenden Steinkitten besser als der gewöhnliche Quarzsand (wasserfreie Kieselsäure), in so fern nämlich das Hydrat der Kieselsäure sich leichter mit Basen verbindet als das Anhydrat.

Aus Kieselguhr lassen sich auch sehr leichte Ziegel herstellen, und stimmen dieselben überein mit den schwimmenden Steinen, die schon Vitruv, Strabo und Posidonius besprochen hat; auch als Zusatz beim Modelliren in Thon, so wie auch beim Brennen leistet diese Erde vortreffliche Dienste, indem der Thon dadurch beim Trocknen weniger schwindet und reisst; endlich dient Kieselguhr als Polirmittel, zur Herstellung von Wasserglas, zur Glasfabrikation, Glasuren, zur Darstellung von Steinkitten (siehe diese); als schlechter Wärmeleiter dient Kieselguhr auch zum Isoliren, so zum Ausfüllen der Hohlräume von feuerfesten Schränken, Umhüllen von Dampfröhren.

5. Thon[1]).

Das Material, dessen sich die Keramik hauptsächlich bedient, um neben den feinsten Porzellan-Sorten, Thonpfeifen, Töpfergeschirr, Schmelztiegel, ja selbst den ordinärsten Ziegelstein herzustellen, besteht aus Zersetzungsprodukten anderer Gesteine; die hier wirksamen Zersetzungsprozesse befinden sich seit unendlichen Zeiten in Thätigkeit, ja man kann wohl mit Recht den Satz aufstellen, dass der Erschaffung der Gesteine ihre Verwitterung auf dem Fusse folgen musste. Da sehr verschieden zusammengesetzten Gesteine, unter sehr verschiedenen Umständen den eingreifendsten Zerstörungen unterworfen waren, und beispielsweise selbst krystallinische Silikatgesteine durch vollständige Zersetzung das Material zur Bildung ganz anderer Gesteinsmassen lieferten, so konnte in unendlichen Zeiten eine ausserordentliche Menge von Zersetzungsprodukten und Zersetzungsschlamm erzeugt werden, die selbstverständlich in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften eine unendliche Verschiedenheit nachweisen; so bildeten sich einerseits der Kaolin oder die Porzellanerde, andererseits der vielfach verwendbare gewöhnliche Lehm, die freilich sehr weit auseinandergehenden Grenzpunkte eines, durch seine Genesis und seine Zusammensetzung verwandten aber sehr verschiedenartigen Materials.

Da der Zersetzungsprozess, durch welchen viele Gesteinsmassen zu Stoffen, die der Keramik dienen, umgewandelt wurden, mit dem Alter unserer Gesteinsbildungen in Uebereinstimmung steht, so mögen auch hier die Zersetzungsprodukte ihrem Alter nach aufgezählt werden.

---

[1]) Bei der grossen Wichtigkeit dieses Materials wurde dasselbe eingehender, wie bisher üblich, behandelt.

Digitized by Google

Ueber das Alter der Thonablagerungen.

Unter den Massengesteinen betrachten wir hier zuerst den Granit; er war und ist noch im Verlaufe der Zeit vielfachen Zerstörungen ausgesetzt.

Abgelöste, oft gigantische Felstrümmer zerfallen mechanisch nach und nach zu einem Haufwerk kleinerer Blöcke, die dann weiter einen grobkörnigen scharfen Grus und dann endlich einen granitischen, oft feinen Sand bilden.

Solche Gebilde haben meistens eine mächtige oberflächliche Ablagerung und liefern ein treffliches Material für die Mörtelbereitung. Wird dergleichen Grus oder Sand durch ein infiltrirtes Cement verkittet, so entsteht ein festes Gestein, der sogenannte regenerirte Granit; andererseits hat der granitische Grus oder Sand auch oftmals zur Bildung von Sandstein Veranlassung gegeben, welcher sich dann unmittelbar über den Granit auflagert und einen förmlichen Uebergang aus dem Granit zu den ältesten Sandsteinen bildet. Treten im Granit tief eingreifende chemische Umgestaltungen ein, so trifft dieselben in erster Reihe dessen feldspathhaltige Gemengtheile und namentlich ist es der Orthoklas, der durch seine Zersetzung das schätzenswerthe Material des Kaolins oder der Porzellanerde beschafft.

Nach Fuchs, Forchhammer und Andern besteht die Porzellanerde in ihrer reinsten Form aus 2 Atom Wasser, und ist als zwei Drittel kieselsaure Thonerde zu betrachten; ($\dot{Al}\,\ddot{Si}^2 + 2\dot{H}$); sie ist entstanden, indem dem Orthoklas ($\dot{Al}\,\ddot{Si}^3 + \dot{K}\,\ddot{Si}^3$) vierfach kieselsaures Kali entzogen wird und die rückständige zweifach-kieselsaure Thonerde 2 Atom Wasser in sich aufnimmt.

Bei diesem Zersetzungsprozess ist aber nicht allein das Wasser thätig, sondern in sehr hohem Grade auch die mit demselben verbundene Kohlensäure; indessen ist auch der Beweis geliefert worden, dass Wasser von hoher Temperatur ohne Beiwirkung von Kohlensäure im Stande ist, den Orthoklas vollständig zu zersetzen. Da besonders in früheren Zeiten das Wasser oft sehr hohe Temperaturen besass, ausserdem dem Wasser ungemein viel Gelegenheit geboten wurde und noch immer wird, mit Kohlensäure sich vollständig zu sättigen, so erscheint es in letzterer Beziehung als die Hauptursache zur Kaolinisirung der Feldspathe.

Neben dem Kali reichem Orthoklas (Kalifeldspath), sind es die Natron- und Kalknatron-Feldspathe (Albit und Oligoklas), der Labrador, der Andesin, der Saussürit, ferner der Leucit, Augit, Pyrogen und Amphibol (Hornblende), welche alle ihrer leichten Zersetzbarkeit wegen tief eingreifende (chemische) Zerstörungen derjenigen Gesteinsarten bewirken, in welchen sie als wesentliche Bestandtheile auftreten; dem entsprechend ist die Zerstörung der Granite oder die Bildung von Kaolin analog der Zerstörung der Syenite, der Felsitporphyre und der Gneise.

Digitized by Google

Die Porzellanerde befindet sich meistens in ihren ursprünglichen stock- und nesterartigen Ablagerungen im Granit, so z. B. bei Saarau in Schlesien, Schneeberg und Seilitz bei Dresden, Morl und Trotta bei Halle, Zettlitz bei Carlsbad in Böhmen, St. Yrieux bei Limoges, St. Austle in Cornwall.

Unter den englischen Kaolinen bildet der Chinathon aus der Carclazegrube bei Austle in Cornwall einen weit verbreiteten Handelsartikel; er wird nicht nur von den Thonwaarenfabrikanten von Staffordshire verarbeitet, sondern dient auch unter dem Namen Bleicherde als äusserst weisses Farbmaterial bei der Papierfabrikation.

In Bayern finden sich reiche Lager von Porzellanerde im Syenit von Passau und hat hier an ihrer Bildung auch der Porzellanspath (Passanit) theil genommen, ein Mineral, welches Fuchs in den Porzellangruben von Obgrzell bei Passau entdeckte, und das aus 49 pCt. Kieselerde-Gehalt mit Kalkerde, Natron, Thonerde und etwas Chlor besteht. In den Passauer Porzellangruben hat nachgewiesener massen die zersetzende Umgestaltung des Porzellanspathes direkt auf die Erzeugung des Kaolins mitgewirkt und besteht die hier gegrabene Masse, da auch die Hornblende des Syenits mit in das Zersetzungsprodukt übergegangen ist, nicht nur aus reinem Kaolin, sondern muss erst aus ihr durch Pochen und Schlämmen gewonnen werden, wobei durchschnittlich 50 pCt. Nebenbestandtheile herausfallen.

Die quarzfreien Felsitporphyre betheiligen sich an der Kaolinbildung beispielsweise bei Rasephas unweit von Altenburg, wo dieses Gestein fast auf 70 m. Tiefe in Kaolin umgewandelt ist; ähnlich verhält es sich mit dem älteren Porphyr von Morl und Trotta bei Halle und dem bei Sornzig und Seilitz in Sachsen, wo auch die Kaolinisirung in sehr bedeutender Tiefe das Gestein umgestaltet hat. Felsittuffe (Thonsteine) zerfallen durch Verwitterung und bilden dann rothe und bunte Schieferletten.

Uebrigens findet sich auch die Porzellanerde, ausser den ursprünglichen Lagerstätten, auf secundären, so über dem Liaskalke von Dignac, Departement Charente, und als Bindemittel von Kaolinsandsteinen, von denen sie aber nur die Kohlensandsteine bei Pilsen und die bunten Sandsteine am Thüringerwalde in solcher Reinheit und Menge enthalten, dass es lohnt sie durch Ausschlämmen für Porzellanmanufaktur zu gewinnen.

So befinden sich in der Nähe von Regensburg am Keilberge Schachtbauten bis zu 40 m. Tiefe, woselbst die Porzellanerde aus dem dortigen verwitterten Arkosesandstein durch Schlämmen gewonnen wird.

Was den Gneis anbetrifft, so verwandelt sich derselbe durch Verwitterung zu einer morschen und weichen Grusmasse, oft von sehr bedeutender Tiefe, wobei Auswitterungen von Bittersalz und Alaun sich sehr häufig geltend machen. Mit Ausnahme des Quarzes zeigt sich der Gneis oft mit allen seinen andern Bestandtheilen in eine thonige Masse umgewandelt, und bildet so einen sandigen Lehm, der sich dann in grössere oder kleinere Buchten des Gneisgebirges als eingeschlemmte Lehmmassen ablagert und

Digitized by Google

einer Menge Ziegeleien ihr Dasein ermöglicht; solche Erscheinungen finden sich im Naabgebirge[1]) (Oberpfalz) sehr häufig und sind auch ähnliche Verwitterungsprodukte des Gneises massenhaft am dortigen Pfahlquarze abgelagert.

Einer ähnlichen Zersetzung unterliegen die feldspathhaltigen Trachyte, diese liefern eine weiche, weiss, gelblich oder grau gefärbte homogene Masse, welche theils an Kaolin, theils an Thon erinnert.

Wenn auch die Basalte der Verwitterung in hohem Grade widerstehen, so beweist doch die Wacke, dass sie aus der Zersetzung des Basaltes hervorgegangen ist, wobei Magnesia, Kalkerde, Alkalien, dann ein Theil des Eisenoxyduls und ein Theil der Kieselerde ausgeschieden und entfernt wurden. Bei weiterem Fortschreiten der Zersetzung entstehen endlich jene thonähnlichen Massen, in der die Thonerde sehr koncentrirt, mit Kieselerde gemengt, Eisenoxyd und Wasser enthaltend auftritt und dann einen basaltischen Lehm als letzten Rückstand der Zersetzung zurücklässt. Entschieden schneller geht die Umwandlung der Basalttuffe in einem kalkhaltigen, eisenreichen Lehmboden vor sich, der sich nebenbei gesagt durch grosse Fruchtbarkeit auszeichnet.

Auch die Leucit-Gesteine nehmen vielfach an der Kaolinbildung theil, während Diorit und Diabas durch ihre feldspathhaltigen Bestandtheile zuerst der Verwitterung anheim fallen; in diesen Prozess wird dann auch die Hornblende mit hineingezogen; so entstehen die grüngelben oder auch wohl die okergelben Thone, welche die Hornblendegesteine zu begleiten pflegen; durch die Verwitterung des Gabbroschiefers soll sich die im Sächsischen in vielen Varietäten vorhandene Walkererde gebildet haben[2]). Diese Erde findet sich hauptsächlich bei Rosswein in Sachsen, Cilly in Steiermark und Hampshire und Bedfordshire in England.

Was die krystallinischen Schiefer anbetrifft, so ist an und für sich der Glimmerschiefer, und besonders die quarzreichen Varietäten weniger der chemischen Zersetzung unterworfen, als der mechanischen; letzterenfalls erweisen sich die weicheren Varietäten des Glimmerschiefers sehr wenig widerstandsfähig; hierauf weist auch das Faktum hin, dass in den sedimentären Formationen so ausserordentlich viele Glimmerschüppchen vorkommen, denn sämmtliche Geschiebe und Gerölle, welche sonst dem Glimmerschiefer entstammten, wurden bei weiterem Transporte vollständig zerrieben.

Die Chloritschiefer scheinen besonders unter Mithülfe von Wasser dem Froste zu unterliegen und bilden eine fette, schmutziggrüne Lehmmasse.

Betrachten wir den Thonschiefer, in sofern er durch Sedimentirung

---

[1]) nach Gümbel: Geognostische Beschreibung des ostbayer. Grenzgebirges S. 492.

[2]) nach Naumann.

Digitized by Google

entstanden ist, so ist er wohl unzweifelhaft das Umbildungs-Produkt aus einem sehr reinen und homogenen Zersetzungsschlamm, der mit seinem eingemengten, sehr feinem Sande und seinen vielen Glimmerschüppchen sich später vollständig zu einer steinigen Masse umgestaltete. Die wiederholte Zersetzung der Thonschiefer richtet sich aber nach dem geringeren oder grösseren Gehalt an Kieselerde; je grösser dieser Gehalt, je mehr widerstehen sie der Verwitterung, wie dies beispielsweise beim Kieselschiefer der fall ist. Weiche Varietäten des Thonschiefers blättern sich auf und verfallen vollständig zu einer thonigen Lehmmasse, wobei Eisenkies, Feuchtigkeit und Frost eine hervorragende Rolle spielen[1]).

Mit dem Thonschiefer sind wir in die Paleolitische Periode eingetreten und finden in deren ältesten Ablagerungen die Grauwacke, die den gleichen pelitischen Charakter des Thonschiefers bekundet und selbst Uebergänge in denselben bildet; ebensowenig wie der Thonschiefer ist diese im Wasser löslich. Weniger hart sind die oft mit dem Thonschiefer und den Steinkohlen vergesellschafteten Schieferthone und Schieferletten.

Schieferthon und Schieferletten gehen, sobald die sandigen oder glimmerigen Bestandtheile seltener werden, in Thon und Letten über, die ersteren sind vorherrschend weiss oder grau, die letzteren bunt gefärbt.

Zu den ältesten Thonen sind die meist bläulich und grüngrauen, bisweilen sandig und glimmerhaltigen Schieferthone und Thone der Silurformation zu rechnen, welche sich bei Petersburg und Reval durch Bohrung gegen 100 m. mächtig nachweisen liessen; als Versteinerungen besassen diese Thone vorherrschend Fucoiden; ähnliche Thone, grüne Schieferletten mit Fucoiden besitzt auch die Silurformation Amerikas und zwar im Staate New-York.

In England sind es Devonische rothe, grüne, oft bunt gefleckte Schieferletten von Brecknockshire, Herefordshire, die als die ältesten Thonsedimente zu betrachten sind.

In Russland wird bisweilen der Schieferthon durch gewöhnlichen Töpferthon ersetzt, so finden sich an der Krupitza unter dem Kohlenkalksteine mächtige Lagen von Thon; das Gleiche ist der fall im Bassin von Moskau, wo ebenfalls der Schieferthon durch gewöhnlichen blauen Thon vertreten ist. Bei Charlottenbrunn in Niederschlesien sind die tiefsten, unmittelbar dem Gneise aufgelagerten Schichten der Steinkohlenformation als rother, gelber und weisser Letten ausgebildet; graue Thone, oft mit Quarzsand, Glimmerschuppen und Eisenkies untermengt, finden sich im Kohlenbecken von Pilsen stellenweise in 50 m. mächtigen Ablagerungen. Auch in Sachsen bei Niederwürschnitz und Lugau finden sich schneeweisse eigenthümliche Thone in den tiefsten Schichten der Steinkohlenformation und scheinen diese aus der Zersetzung der Thonschiefer entstanden zu sein.

---

[1]) siehe „Verwitterungsprocess".

Digitized by Google

An die Schieferthone schliessen sich zunächst die Mergel und Mergelschiefer an, wie solche in einigen Territorien der Steinkohlenformation vorkommen und die als bunte, nach Art der Mergel an der Luft zerfallende Schieferletten zu betrachten sind.

Hierher gehören auch die bunten Mergel im Döhlener Steinkohlenbassin bei Dresden und ebenso die feuerfesten Thone des Saarbrücker Steinkohlengebirges, namentlich gehört hierher der Thon von Vallendar und Mühlheim bei Coblenz und Mehlem bei Königswinter. In Belgien gehören der Steinkohlenformation an die feuerfesten Thone von Andenne, Strud-Maisercuille, Haltinne bei Namur; man nennt diese Thone wohl Thone von Audenac, von welchen die von Tahier und Mazet die geschätztesten sind. In England findet man die besten feuerfesten Thone in der Grafschaft Worcestershire bei Stourbridge und Staffordshire, wo sich dieselben den Steinkohlen vergesellschaften und bei 1,5 m. Mächtigkeit auf mehrere engl. Meilen hin erstrecken. Gleich berühmt sind die feuerfesten Thone von Garnkirk in Schottland, während sich in den nördlichen Grafschaften Englands und Südschottlands, namentlich in Yorkshire, Lincolnshire, Lancastershire, Chester- und Nottinghamshire ein ausgedehnter Ziegeleibetrieb herausgebildet hat, um die Schieferthone der dortigen Steinkohlenformation zu verarbeiten.

In der permischen Formation oder der Dyas treten als besonders zu bezeichnendes Gestein die Schieferletten (nach Gümbel Röthelschiefer) auf; diese bestehen aus einem blut- bis bräunlichrothen, sehr eisenoxydreichen Schieferthone, der im trocknen Zustande mager und bröcklich, im feuchten Zustande aber sehr fett und zähe ist; ausser der rothen Farbe kommen auch grünlich weisse, lichtgrünlichgraue und berggrüne Farben vor, gefleckt und gestreift; die Schieferletten sind dünn geschichtet und gehen einerseits in reinen rothen Letten, andererseits in Thonstein über. Häufig enthalten solche Letten viel kohlensauren Kalk beigemengt.

Die eigentliche Substanz des Schieferlettens scheint wesentlich ein durch Eisenoxyd gefärbter Thonsteinschlich zu sein, welchem sehr feiner Quarzsand und Glimmerschüppchen beigemengt sind; übrigens giebt es im Gebiete des Rothliegenden auch graue Schieferthone, welche den Schieferthonen der Steinkohlenformation ungemein ähnlich sind.

Bei Salhausen unweit Oschatz findet man gegen 100 m. mächtige Schichten aus grauen, sehr feinen und kompakten, an der Luft zerbröckelten Schieferthonen, welche die unterste Stufe des Rothliegenden bilden, und auch bei Stenn in der Nähe von Zwickau bilden hellgraue Schieferthone, im Thüringerwalde bei Tambach schwarze Schieferthone, theils mehr, theils weniger mächtige Einlagerungen im Rothliegenden.

In der Triasformation und zwar in der Begleitung des Buntsandsteins finden sich Schieferletten und Letten von vorherrschend rothen und bunten Farben, die letzteren erscheinen dann grüngrau, berggrün, bläulichgrau, gelbgrau bis okergelb. Diese meistentheils sehr kalkhaltigen Letten

Digitized by Google

sind vielfach mit Glimmerschüppchen und feinem Sande gemengt und erscheinen vorherrschend dünn geschichtet.

Im Muschelkalke tritt als fast beständiger Begleiter des Anhydrits der Salzthon[1]) auf, während die grauen Sandsteine der Keuperformation mit grauen Schieferthonen und schwarzen Kohlenletten vergesellschaftet sind; sie sind vorherrschend dunkelgrau gefärbt, führen viel Eisenkies mit sich und enthalten häufig sehr schöne Pflanzenabdrücke, so dass sie eine grosse Aehnlichkeit mit den Schieferthonen der Steinkohlenformation besitzen. Auch die bunten Mergel und Gypse der Trias werden fast beständig von rothen, braunen, grünen und bunten Schieferletten oder auch gleichfarbigen Letten begleitet.

Auch der im obern Muschelkeuper vorkommende Mergelschieferthon bildet ein Zersetzungsprodukt von grauer Farbe.

In den Grenzschichten zwischen Keuper und Lias, dem sogenannten Bonebed angehörend, lagert hauptsächlich in den oberen Schichten des freilich an und für sich nicht mächtigen Schichtenkomplexes ein dunkelgrauer bis schwarzer Thon (Schieferthon), der bisweilen, wie z. B. im Braunschweigischen, schmale Einlagerungen von Steinkohlen beherbergt.

In der Jurassischen Formationsgruppe spielen graue, braune und schwarze, mehr oder weniger bituminöse Schieferthone eine sehr wichtige Rolle und erlangen zumal in den unteren Etagen eine grosse Selbstständigkeit; bisweilen sind sie den Thonschiefern sehr ähnlich, zerfallen aber an der Luft und lösen sich zu einem zähen Thon auf; sehr häufige Begleiter dieses Lias-Thones sind thoniger Sphärosiderit, Thoneisenstein und Eisenkies. Oft haben diese Thone, wie z. B. im Banate, eine Mächtigkeit von über 100 m.; in gleicher Mächtigkeit treten diese Thone mit Einlagerung zahlreicher Mergelnieren in England auf (Liasclay), auch die Oxynotus- und Amaltheen Thone Würtembergs gehören hierher.

In England finden sich im Lias von Weymouth bis nach Scarbsrough Ablagerungen von mehr als 200 m. mächtigen Thonschichten, vorwaltend dunkelbläulichgrau gefärbt, sehr zähe und etwas kalkreich; dieser sogenannte Oxfordthon ist reich an Eisenkies, Gypskrystallen und mergelartigen Septarien. Der Kimmeridge Clay erlangt bei Berkshire, Willshire und Dorsetshire eine gleiche Mächtigkeit wie der eben besprochene Oxfordthon, wird aber hin und wieder so bituminös, dass er selbst als Feuerungsmaterial Verwendung findet. Endlich sind noch die über 200 m. mächtigen Thonlager von Yorkshire der unteren Abtheilung der Jurassischen Formationsgruppe beizuzählen.

---

[1]) Der Salzthon ist sehr bituminös, rauch-grau bis graulich-schwarz, mit Kochsalz imprägnirt; er enthält häufig Diatomeenreste und besteht aus kieselsaurer Thonerde mit Karbonaten von Magnesia, Eisenoxydul und Kalkerde.

Digitized by Google

Die Thone oder Letten des braunen Jura sind theils sehr homogen, zähe und fett, theils besitzen sie einen bedeutenden Gehalt an kohlensaurem Kalk und treten oft als Schieferthone von bläulichgrauer bis graulichschwarzer, bisweilen gelber und brauner Farbe auf; auch die Walkererde der Juraformation gehört hierher.

In Oberschlesien und zwar bei Kreuzburg und Landsberg sind es theils bunte, weissrothe und grüngefleckte Letten, theils graue Thone, welche mit Sandsteinen und losem Sande die obere Etage der Doggerformation bilden, und die im Lübnitzer Kreise eine Mächtigkeit von über 60 m. erlangen; auch die Würtembergischen dunkelfarbigen fetten Ornatenthone gehören hierher.

Die Thone des weissen Jura sind zwar im allgemeinen eine seltene Erscheinung, sie gelangen aber dessenungeachtet bisweilen zu einer bedeutenden Mächtigkeit, und sind solche Thone beispielsweise in der Gegend von Rochette, auf der Insel Oléron, so wie bei Honfleur stark entwickelt. Bei Blasko in Mähren beginnt der weisse Jura mit gelbem und weissem Sande, über dem graue und schwarze Thone liegen, die auf Alaune benutzt werden; von einigen Geologen werden auch die Oxford- und Kimmeridgethone England dem weissen Jura zugezählt.

Zwischen dem weissen Jura und der Kreideformation schiebt sich der in der sogenannten Wealdenformation liegende Wealdenthon ein. Die nahezu 100 m. mächtige Ablagerung besteht aus einem bläulichgrauen, sehr zähen und fetten Thone, der viele Septarien von Thoneisenstein in sich beherbergt; solche Thone finden sich über einen grossen Landstrich im nordwestlichen Deutschland stark verbreitet, so bei Helmstedt, Schöppenstedt im Braunschweigischen, in der Mulde zwischen dem Hilz und Ith; in der Umgegend von Neundorf und Rodenburg, am Deister, bei Stadthagen, Bückeburg und im nördlichen Theile Westphalens, in der Gegend Hannovers bei Minden, Oldendorf, Osnabrück, im Teutoburgerwalde über Bilefeld bis nach Bevergen. Thon und Mergel treten hier in sehr verschiedenen Varietäten als Thon, Letten, Schieferthon, Thonmergel, sandiger Mergel auf und bilden wohl Uebergänge in einander; graue und schwarze, durch Kohle und Bitumen bedingte Farben sind die vorherrschenden, doch kommt auch eine gelbe und gelblichbraune, durch Eisenoxydhydrat herrührende Färbung vor; alle diese Thone zeichnen sich durch sehr feinerdigen Bruch aus.

Auch an der Bildung der Kreideformation nehmen die Thone an manchen Orten einen ziemlich bedeutenden Antheil; diese Thone sind meistentheils dunkelgrau, seltener bunt, oft aber durch Glaukonit grün gefärbt. Die sehr feinen Thone werden als Walkerde, die meisten Sorten aber als Töpferthon oder auch als Ziegelerde verwendet.

In England treten solche Thone besonders an der Südküste bei Folkstone in der Grafschaft Norfolk, in Cambridshire in grosser Mächtigkeit

Digitized by Google

auf und bilden dort eine in hydroökonomischer Beziehung für Bohrung von artesischen Brunnen sehr wichtige Erdschichte. In Yorkshire tritt der sogenannte Speetonclay in einer Mächtigkeit von 60 m. auf, und ist dieser dunkelfarbig schiefrige Thon stets mit vielen Thoneisensteinnieren durchsetzt. Der Kreide gehören auch die bekannten Lagen von Walkthonen bei Nutfield in Surrey und bei Wobrun in Bedfordshire an, die in 4—6 m. mächtigen Schichten dem Neocom-Sandsteine eingelagert sind.

Auch in Frankreich erreichen die mergeligen Thone der Kreideformation, speciell des Gault, eine Mächtigkeit bis zu 130 m.

Im Departement de l'Aube bei Troyes befinden sich im Neocom theils dunkelblau, theils weisse und bunte Thone, die nebst den rothen, bunten und grauen Thonen im pays de Braz eine grosse technische Wichtigkeit erreichen.

In Deutschland tritt der sogenannte Hilsthon im Neocom oft 300 m. stark abgelagert auf, so in der Mulde von Alfeld und bei Hildesheim; noch mächtiger macht sich dieser Thon in der Gegend von Braunschweig geltend, wo er bläulich-grau gefärbt erscheint und zum theil sehr schiefrig gebildet ist.

Zu den Thonen der Kreideformation werden in Sachsen die bei Niederschönau bei Freiberg und die bei Mobschütz und Leiteritz bei Dresden, Zuschendorf und Gross-Cotta, bei Naundorf etc. gerechnet, wo mehrere Meter dicke Thonschichten sich im Quadersandstein eingelagert haben.

Aehnliche Einlagerungen kommen vor bei Thonhausen in Bayern und an vielen Orten Böhmens und Schlesiens; die bekannten Töpfereien zu Bunzlau beruhen auf der Existenz jener Ablagerungen von weissen Thonen im Quadersandstein.

Bei Aachen in Moresnet und bei Vervier findet sich auch ein Walkthon, der den Einlagerungen eines Sandsteins entstammt, welcher der Turonschicht der Kreideformation angehört.

Sind in den älteren Formationen unserer Erde, wie wir gesehen haben, oft sehr mächtige Thonmassen abgelagert, so gewinnen doch solche Ablagerungen in der Tertiären- und Quartären-Formation eine noch viel grössere Bedeutung, und auch die Neuzeit oder recente Periode fährt fort, Thonschlamm der verschiedensten Art zu bilden und abzulagern.

In den ältesten eocänen Bildungen der Nummulitenschichten und des Grobkalks finden sich ausgedehnte Ablagerungen von fetten plastischen Thonen, und gehören hierher jene unmittelbar über der Kreide abgelagerten Massen, die im sogenannten Pariser Becken die Basis einer blühenden Thonwaaren-Industrie und schwungvoll betriebenen Ziegelfabrikation geworden sind.

Auch der Londonthon (London clay), ein bläulichschwarzer oder schwarzgrauer plastischer Thon, gehört derselben Bildungszeit an.

Die mittlere Etage der Tertiärschichten, die oligocäne, welche die untere

Digitized by Google

Meeresmolasse mit Pechkohlen beherbergt, wird überlagert durch die obere oder neogene Schicht, bestehend aus der oberen Meeresmolasse, den Braunkohlen, der Süsswassermolasse und dem Dinotheriensand; überall werden diese Gebilde von sandigen und fetten Thonen, sandigen, fetten, hin und wieder marmorirten Tegeln begleitet.

Solche Bildungen erfüllen z. B. den tiefen Theil der Donau Hochebene gegen die Thalung des Donaulaufes, und treten wie gegen Süden am Rande der Alpen die ältern oligocänen Gebirgsmassen, so an dem nördlichen Ufer der Verebnung, am Gebirgsfusse des schwäbisch-fränkischen Juras und des Bayerischen Waldes sich aus der Diluvial- und Alluvialdecke erhebend, wiederum zu Tage.

So findet man im Gebiete der Mangfall bei Miesbach, im Gebiete der Iller und im Donau-Gebiete bei Linz solche tertiären Thone und Tegel. Auch das Wiener Becken beherbergt eine gewaltige Masse von plastischen marinen Tegeln, welche nach oben hin von Süsswasserthonen (Congerienthonen) überdeckt sind und das schätzenswerthe Material zu der grossartigen Ziegelindustrie des Wiener Berges, der Ziegeleien von Baden, Soos, Vöslau, Ottakring, Hernals, Nussdorf und Ingersdorf liefern.

Den gleichen genetischen Ursprung haben viele Thone des Mains, des Rheins, der Elbe, Saale, Elster, Spree, Havel und der Oder etc., und dass in allen anderen Ländern ausser Deutschland die tertiären Erdbildungen mit ähnlichen Thonablagerungen begleitet sind, möchte sich wohl von selbst verstehen; so lassen sich beispielsweise tertiäre Thonablagerungen verfolgen durch die ungarische Ebene nach Galizien, sowie in die Länder der unteren Donau bis ins schwarze Meer.

Unter den Thonen, welche die tertiäre Zeit abgelagert hat, zeichnen sich, analog den Thonen des Steinkohlengebirgs, durch grosse Reinheit die Braunkohlenthone aus, und besonders sind es diejenigen der unteren Lagen, die kalkfrei und durch Eisenoxyde wenig durchsetzt sind und daher vielfach das schätzenswerthe Material zu den feuerfesten Steinen liefern.

Solche Braunkohlenthone finden sich ferner im bayerischen Walde bei Stullen, Eherfeld, Finsing, Risting etc. und liefern ein vorzügliches Material für feuerfeste Thonwaaren, wie Kapseln, Glashäfen, feuerf. Steine; diesen Thonen verdankt auch die rationell betriebene Thonwaarenfabrik in Schwandorf ihre Existenz. Ziemlich feuerfeste Thone finden sich auch noch bei Tirschenreuth, Mitterteich, Ziegeldorf unweit von Regensburg, bei Schwarzenfeld und Schamberg unweit von Abendsberg und Kehlheim, bei Egg und Neuhausen unweit von Deggendorf, wo in der Hafnerstadt viele und gute Geschirre für einen weit verzweigten Markt verfertigt werden; auch die sogenannte Leimgrube bei Passau ist hier erwähnenswerth.

Aehnliche Thone sind anzutreffen in der Rheinpfalz bei Grünstadt, Dürkheim, Stammheim, Salzhausen und Zell; im Nassauischen bei Selters, Montabaur, Höhr, Grenzhausen, Ebenhahn und Siershahn, Hittscheid, Bendorf,

Digitized by Google

Baumbach; am Mönchsberge bei Cassel, bei Gross-Almerode, Epterode, Weickerode, Obersuhl, Schwarzede, am Ahlberge, sowie auch bei Aschaffenburg; im Neuwieder-Becken, bei Coblenz, bei Vallendar; in der Gegend von Bonn, Aachen, der Eifel; im Thüringischen bei Ummerstadt unweit von Hildburghausen; im Königreich Sachsen bei Grimma, Blumrode, Chemnitz und Meissen, Naumburg, Bautzen, Zittau und Markranstädt; in der Provinz Sachsen und Anhalt; im Egerbecken bei Falkenau, Ellbogen, Riebnitz, Zebnitz; im Saaz-Aussiger-Becken bei Leitmeritz, Billin; im Budweiser-Becken bei Starkowitz und Neuhaus; in Schlesien bei Grünberg, Bunzlau, Nimptsch, Neisse, Schweidnitz, Breslau, Kattowitz, Beuthen, Gleiwitz, Ruda; bei Tarnowitz, Nakel, Brieg; in Mähren bei Blasko, Möglitz. Ferner im norddeutschen Becken von Preussen, Posen und Polen; endlich im steyerischen Becken von Windischgrätz bis gegen Laibach mit den Thonen von Leoben, Greden, Turnau etc. und in Krain und Kärnthen mit den Thonen von Sagor und Lockach etc.

Ausser Deutschland sind die Braunkohlenthone Belgiens erwähnenswerth, wie die von Andenne unweit Namur, die französischen Thone des Pariser Beckens, die englischen Thone von Devonshire, die italienischen Thone von Tatti, von Monte Massi und die aus dem Arnothale.

Den weitaus grössten Antheil an der Ablagerung von jenen thonhaltigen Massen, die vorherrschend mit dem Namen Löss oder Lehm belegt werden, übernahm die quartäre oder diluviale Zeit; überall findet man im Hochlande die selbst zu hohen Bergen abgelagerten Geröllmassen mit einer gelbbraunen Lehmmasse überdeckt, die oft nur wenige Centimeter, oft aber auch, und besonders in vorhandenen Terrainmulden, viele Meter stark erscheint. Solche Löss-Ablagerungen aus dem Diluvium findet man beispielsweise in ziemlich starker Mächtigkeit in den muldenförmigen Buchten der Isar Hochebene bei München (Berg am Laim, Bogenhausen, Soln) und liefern diese das Material für die weitausgedehnte Münchener Ziegelfabrikation; eine ähnliche Löss-Ablagerung verarbeiten die Ziegeleien in Polling unweit Weilheims; am Nordrande der Hochebene bei Passau, Straubing, Regensburg und weiter die Donau abwärts lagert sich überall der Löss in sehr bedeutender Mächtigkeit ab[1]).

Solche Lössschichten, durchsetzt mit Gesteinstrümmer, Sand, Thon, Lehm und Letten, feinem Kies und Glimmerblättchen, treten auch auf in den Thälern des Rheins, der Elbe, der Oder etc. und sind oft 50—100 m. mächtig; wir finden diese Lössbildungen ferner in der ganzen baltischen Ebene und nicht minder in den Tiefländern Süddeutschlands, Oesterreich-Ungarns und der Türkei, Frankreichs, Englands etc.[2]).

[1]) nach Gümbel: Ostbayer. Grenzgebirge S. 455.
[2]) nach Gümbel Alpengebiet I. Th. S. 797.

Digitized by Google

Der Löss bildet oft mächtige Ablagerungen, die selten eine deutliche Schichtung erkennen lassen und eine merkwürdige Einförmigkeit in Farbe, Beschaffenheit des Korns etc. nachweisen, obwohl der Sandgehalt in der Ablagerung oft grösser, oft geringer auftritt. Da der Löss sich unmittelbar auf das Diluvial-Gerölle abgelagert hat und oft gar keine Schichtung erkennen lässt, so erscheint er als das Produkt einer einzigen grossen Ueberschwemmung, als ein dem Absatze von Kies vergleichbarer Schlammniederschlag[1]).

Die Ursache solcher grossartigen Ueberfluthung, als die Bildnerin der Diluvial-Anschwemmungen, ist in der sogenannten Eiszeit zu erblicken, in welcher die Centralalpen weit über ihre jetzige Höhe sich emporhoben, so dass sich Gletscher und Schneemassen in vielfach grossartigerem Grade wie gegenwärtig bilden konnten. Eine ziemlich plötzlich Senkung der Erdrinde brachte dann den Schnee und die Eismassen der Gletscher in relativ viel wärmere Regionen, und so wurden jene ungeheuren Wassermassen gebildet, welche mit unwiderstehlicher Gewalt Gebirge zerrissen, die grössten Felsen zerbrachen, um sie dann weiter in Gerölle und Geschiebe und endlich in Sand und Schlamm zu verwandeln; durch einen solchen gewaltigen Naturprozess bildeten sich die Alpenthäler, und wurden innerhalb kurzer Zeit unermessliche Schutt- und Schlammmassen der Ebene zugeführt und abgelagert, die dann auch das Material für die Formation des Diluviums, und somit auch das für den Löss lieferten. Jene gewaltige Revolution, welche die gegenwärtige Oberflächen-Bildung unseres Erdkörpers total umgestaltete, und welche den Impuls zu den jetzigen Wasserläufen gab, scheint mit einer grossartigen Sündfluth abgeschlossen zu haben, welche für das kommende Menschengeschlecht sichere und fruchtbare Wohnsitze vorbereitete!

Die Annahme einer früheren Eiszeit erklärt alle Erscheinungen der diluvialen Gebilde aufs Vollständigste; neben der Senkung der Hochebene war aber zugleich eine kontinentale Erhebung verbunden, welcher ein grosser Theil unseres Festlandes seinen gegenwärtigen Bestand durch Emportauchen aus den Meeresfluthen verdankt.

Aus den sich verlaufenden Gewässern erhob sich das Festland mit seinen grossen, muldenförmig vertieften Becken des Rheins, der Donau, der Rhone, das innerhalb der tertiären und diluvialen Zeit als Binnenmeer mit Wasser überdeckt war; zahllose Wasserbecken, kleine und grosse Seen entstanden in Vertiefungen und verbreiteten sich so, das Wasser zurückhaltend, über das neu gebildete Festland. Eine grosse Anzahl solcher besonders seichten Wasserbehälter gab dann weiter die Veranlassung zur Bildung von Sümpfen, Moosen und Torfgründen.

Die grossartigen Veränderungen, welche die Erdoberfläche durch die

---

[1]) Ueber das norddeutsche Diluvium s. G. Berent; über das nordeuropäische Schwemmland: R. v. Benningsen-Förder.

Digitized by Google

vorausgehenden, unendlich lang andauernden Zeitperioden erlitten hatte, erhielten mit der diluvialen Zeit gleichsam ihren Abschluss; von nun ab vollzieht sich, in der historischen Zeit oder in der recenten Periode, die weitere Umgestaltung der Erde in verhältnissmässig grösserer Ruhe; besonders dauert, abgesehen von dem Fortwirken der innern vulkanischen Gewalten, das Bilden von Schutt, Geröllen, Schlamm, Lehm und Torf etc. fort, wobei sowohl mechanische wie chemische Kräfte unaufhörlich mit wirksam sind.

So bilden sich täglich unter unsern Augen Geröll- und Sandbänke in den immer mehr theils sich vertiefenden, theils sich ausbreitenden Strom- und Flussbetten; im Oberlaufe der Strömungen setzen sich die groben Gerölle und Geschiebe ab, im Mittellaufe die feinern, während grober, feiner Sand und Schlamm sich im Unterlaufe geltend machen und von hier ihren Weitertransport ins Meer finden. Auf diese Weise lagern sich an den Meerausmündungen der Flüsse so massenhaft Alluvial-Lehme ziemlich sand- und kalkfrei, die zur Ziegelfabrikation so vorzügliche Verwendung finden, ab.

Solche Ablagerungen an den Küsten der Ost- und Nordsee enthalten häufig Muschelreste in sich eingebettet und werden als blauer Alluvial-Meeresthon, Ziegelthon, Mergelthon, oberer und unterer Lehm (Lena) auch Schlick in den Ziegeleien verarbeitet.

Auch die Holländer schätzen ihren sich stets neu anschwemmenden Lehm und Meeresschlick als vorzügliches Ziegel-Material, und finden wir das Gleiche an der Nordküste Frankreichs, namentlich an den Mündungen der Seine bei Rouen und Havre.

In Belgien an den Ufern der Schelde und Rupel, in der Nähe von Antwerpen finden sich angeschwemmte Lehme im Ueberfluss und liefern das Material für viele hundert Ziegeleien; in Oldenburg, Friesland, Holland und Schleswig geben die fetten, kalkreichen Thone das Material für die dortige ausgebreitete Klinkerfabrikation.

In grosser Mächtigkeit hat sich aber auch der alluviale Lehm, durchsetzt mit Geröllen, Kies und Sand, in den meisten Strom- und Flussgebieten abgelagert, wo er dann mit den verschiedensten Namen belegt wird, als Flusslehm, Flussthon, Schlick, Klai, Lehm, Ziegellehm, Aue-Lehm und Letten. Zu diesen Alluviallehmen ist der Auelehm des Niederrheins, der Elbauelehm, der Rathenower, der Lehm des Oder- und Donau-Gebietes zu rechnen, wo überall ausgiebiges Material für die Ziegelfabrikation aufgespeichert wurde.

In stehenden Gewässern abgelagert, erscheint der Alluviallehm oft reich an kohlensaurem Kalk; ist er, wie das häufig vorkommt, dann durchsetzt von Geröllen, Kreidestücken etc. und abwechselnd mit Sandschichten gelagert, wie dies in der Gegend von Berlin der Fall ist, so lässt dies auf wiederholt sich abgesetzt habende Ueberschwemmungsfluthen schliessen.

Digitized by Google

Nachdem wir nun die Thonablagerungen in bezug auf ihr relatives Alter kennen gelernt haben, möge hier eine allgemeine Betrachtung folgen, die darauf hinweist, wie es kommen konnte, dass unter den Thongebilden sich eine so unendliche Verschiedenheit geltend machte.

Die Verschiedenartigkeit der Thonablagerungen.

Die Porzellanerde oder der Kaolin, aus der Zersetzung der Feldspathe und des Porzellanspathes hervorgegangen, konnte nur sehr wenig fremde Beimengungen in sich aufnehmen, sowie sie an ihrem ursprünglichen Platze verblieb; in solchen Fällen ist sie nur mit den verwitterten Quarzen und Glimmern des Verwitterungsproduktes mechanisch vermengt und lässt sich leicht durch Pochen und Schlämmen entfernen.

Verunreinigt aber werden diejenigen Kaoline sich erweisen, bei denen der Prozess der Feldspath-Zersetzung noch nicht beendet ist; dann hat man es mit einem Gemenge von Verwittertem und Unverwittertem, von Löslichem und Unlöslichem zu thun.

Die Bildung von reiner Porzellanerde bedingt aber auch einerseits das Fortführen der im kohlensauren Wasser gelösten Alkalien, andererseits den nöthigen Schutz gegen nachträglich erfolgende Infiltration gelöster fremder Stoffe.

Je nachdem die Porzellanerde aus dieser oder jener Feldspathspecies (Orthoklas, Oligoklas, Labrador, Albit, Felsit etc.) entstanden ist, werden stets, wenn auch nur geringe Schwankungen in den chemischen Zusammensetzungen dieser schätzbaren Erde sich geltend machen. Da aber Eisen- und Manganoxydul in den Feldspathen nur als Spuren aufzutreten pflegen, so kann bei der Umgestaltung dieser Oxydule durch Aufnahme von Sauerstoff zu Eisen- und Manganoxyden eine wesentliche Verunreinigung nicht angenommen werden.

Wurden aber die Kaoline, bei der so vielfachen Verschiebung unserer Erdoberfläche, durch Fluthungen fortgeschwemmt, so entstanden bei der Wiederablagerung die sedimentären oder aufgeschwemmten Thone, wobei sich dann unendlich viele Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung geltend machten; die so abgelagerten Produkte ergeben unter sich niemals eine Uebereinstimmung weder der mechanischen, noch der chemischen Analyse und befinden sich häufig noch in einer immer thätigen Reaktion; so viel aber steht fest, dass fast alle Thonablagerungen ohne Ausnahme eine oft sehr tiefeingreifende Umgestaltung (Metamorphose) erfahren haben.

So machte sich schon während der Sedimentirung der thonigen Ablagerungen ein für die Neubildung charakteristischer Schlämmprozess geltend, der die unzersetzt gebliebenen Bestandtheile wie Quarz, Glimmer, Hornblende etc. zurück hielt, während die mit Thon geschwängerten Ge-

Digitized by Google

wässer, ausser verschiedenen organischen Gebilden, auch andere Stoffe: Sand, kohlens. Kalk, kohlen- und kieselsaure Bittererde, Eisen- und Manganoxyhydrate und Oxydule, ferner Kali, Natron etc. mit sich fortführten und ablagerten, und so oft ein mehr oder weniger inniges Gemenge bildeten mit entschieden klastischem Charakter.

Die in wechselnder Mächtigkeit sich abgelagert habenden Thon-Schlammmassen wurden später oft einer vollständigen Metamorphose unterworfen; so bildete sich offenbar der Thonschiefer aus der allmäligen Verfestigung eines sehr reinen und homogenen Zersetzungsschlamms, der seiner Hauptmasse nach aus kieselsaurer Thonerde, sehr feinem Quarzsande und Glimmerschüppchen bestand; auf ähnliche Weise sind auch die Schieferthone und Schieferletten, die Thonmergel, die Porphyr- und Basalttuffe etc. entstanden, wobei es nicht ausgeschlossen bleibt, dass solche regenerirten Gesteine wiederholt das flüssige Material für erneute Thonablagerungen lieferten und abermals an fortgesetzten Neubildungen theil nahmen.

Die aus Thonschlamm gebildeten Gesteinsmassen wurden wohl auch nachträglich durch Solutionen der verschiedensten Art, oder auch durch Bitumen, das sich oft massenhaft durch Verwesung von Pflanzen- und Thierkörpern gebildet hatte, vollständig imprägnirt.

Aeusserst interessant ist die Wirkung, welcher viele Steinkohlen- und Braunkohlenthone ihre spätere Umgestaltung in feuerfeste Thone verdankten; eine üppige Vegetation gab zur vollständigen Lösung des Kalkes, Eisens, Kalis und Natrons Veranlassung, und wurden solche theils als Lösungen fortgeführt, theils als Nahrungssäfte von den Pflanzenkörpern verarbeitet; aber auch anderweitige und langandauernde chemische Prozesse trugen dazu bei, die abgelagerten Massen vielfach umzuändern.

Durch Zuführung von Kohlensäure sowohl von aussen vermittelst des atmosphärischen Wassers, sowie auch durch Umbildung aus den mit dem Thone gemengten organischen Resten, wurde der Eisengehalt in lösliches, doppeltkohlensaures Eisenoxydul umgewandelt, und theils in dieser Form weggeführt, theils durch wechselnde Umsetzung beigemengten Gypses, unter Bildung von kohlensaurem Kalk, in schwefelsaures Eisenoxydul verwandelt; dies wurde dann weiter reducirt zu Schwefeleisen (Schwefelkies), während der Sauerstoff zur Bildung neuer Quantitäten Kohlensäure aus den pflanzlichen Resten beitrug. So wurden im Laufe der Zeit die durch Eisenoxyd und Kalk verunreinigten mächtigen Thonablagerungen der Steinkohlenformation vollständig von diesen Stoffen befreit, so dass sie sich durch Reinigung zu feuerfeste Thone umgewandelt haben. In gleicher Weise erlitten die aus den Basalten des Vogelsberges, des Meissner und des Westerwaldes gebildeten Thone eine ähnliche Metamorphose; denn die Einmengungen von massenhaften organischen Substanzen, welche hier die Braunkohlenflora geliefert hatte, waren in ausreichender Masse vorhanden, um jene ursprüng-

Digitized by Google

lich unreinen Thone zu vorzüglichen plastischen und noch dazu feuerfesten Thonen umzuwandeln. Dem entsprechend sind die meisten Braunkohlenthone (s. d.) mehr oder weniger als feuerfeste zu betrachten.

Enthielten die Thone verhältnissmässig zu unbedeutende Mengen von organischen Stoffen, so reichten diese nicht hin um Kalk, Eisen, Kali und Natron zu entfernen, und wir finden dann nur Töpferthon, Löss oder Lehm noch vor; aber jede Wurzelfaser bildet durch Lösung des Eisens in ihrer Umgebung eine Zone von gelblichem Thon; ja die Humussäuren lösen sogar bei reichlicher Bildung soviel Eisen, dass die Zersetzung und Fällung desselben kleine Ausscheidungen von Oker bildet.

Nach diesen Betrachtungen sind die feuerfesten Thone, abgesehen von der Porzellanerde, vorherrschend in der Steinkohlen- und Braunkohlenformation zu suchen; die Thone der paläolitischen Formationen, wie Schieferthone, Schieferletten, Mergelschieferthone, sind meistentheils im Wasser nur sehr schwer löslich, und werden dem entsprechend besonders in England, in trocken gemahlenem Zustande für die Ziegelfabrikation verwendet. Alle andern Thone, mögen sie der Trias, der jurassischen-, der Kreide- oder der tertiären Formationsgruppe angehören, sind vorherrschend nur für die Töpfereien oder für die Ziegelfabrikation verwendbar.

Im allgemeinen ist es nicht schwer die Thonablagerungen nach ihrem geognostischen Alter zu ordnen; die sichersten Anhaltspunkte aber bieten hierzu die in den Thonen meist sehr schön erhaltenen Leitfossilien. Fehlen diese, was vorherrschend bei den jüngern Formationen des Flachlandes der fall ist, so wird es oft sehr schwer, ja unmöglich die jüngern tertiären Thone von denen des Diluviums, und diese von den Alluvial-Thonen mit Sicherheit zu trennen. Dadurch, dass die jüngern tertiären Thonablagerungen häufig das Material für die Ablagerungen des Diluviums abgaben, das Alluvium aber sich in gleicher Weise auf Kosten des Diluviums bildete, lassen sich für viele dieser Bildungen scharfe Altersgrenzen nicht bestimmen.

Klassifikation und Petrographie der Thone.

Nachdem im Vorstehenden die thonigen Zersetzungsprodukte ihrem Alter nach in betracht gezogen wurden, möge hier, so schwierig es auch immer sein mag, eine allgemeine Klassifikation nebst Petrographie folgen:

I. Kaolin oder Porzellanerde.

II. Plastische Thone.

a) Der Pfeifenthon.

b) Feuerfeste Thone.

c) Schieferthon und Schieferletten.

d) Töpferthon.

Digitized by Google

III. Ziegelerde.

a) Thonmergel.
b) Tegel.
c) Löss.
d) Lehm.

I. Kaolin oder Porzellanerde,

hauptsächlich im Urgebirge vorkommend, ist in seiner vollständigen Reinheit eine Verbindung von Kieselsäure, Thonerde und Wasser, indem einfach kieselsaure Thonerde an 2 Aequivalente Wasser gebunden sind ($\dot{Al}\,\dot{Si}^2 + 2\dot{H}$). Die Porzellanerde hat ein mattes Aussehn, ist selten (besonders ungereinigt) schneeweiss, meistens gelblich-, grünlich- oder röthlichweiss; sie ist leicht zerreiblich und besteht aus sehr feinen staubartigen Theilen; dann ist sie meistens leicht abfärbend, fühlt sich mager an und klebt nur schwach an der Zunge.

Nach Forchhammer ist die Zusammensetzung des Kaolins:

Kieselsäure	47,03
Thonerde	39,23
Wasser	13,74

Aber nicht alle Kaoline sind ohne alle Beimengung, und treten selbst bei dem Material ein und derselben Fundgrube sehr bemerkbare Schwankungen ein; drei Passauer Kaoline nach ihren Bestandtheilen untersucht gaben folgendes Resultat:

Passauer Porzellanerde

	nach Fuchs I	nach Forchhammer II	nach Knafft III
Kieselerde	45,06	43,65	46,59
Thonerde	32,00	35,93	36,54
Eisenoxyd	0,90	1,0	0,69
Kalkerde	0,74	0,83	3,02
Bittererde	—	—	1,28
Kali	—	—	1,32
Wasser und Glühverlust	18,0	18,50	9,69
Feldspath	2,96	—	—
	99,66	99,91	99,13.

Der Kaolin III giebt kein rein weisses Fabrikat mehr. Kaoline mit grössern Procentsätzen an fremden Beimengungen können nur zu untergeordneten Fabrikaten, oder zur Herstellung von Kapseln für Porzellanfabriken oder zur Ausfütterung von Puddel- und Schmeissöfen verwendet werden; solche Kaoline sind nach Bischofs Analyse

Digitized by Google

	geschlämmte Porzellanerde von Zettlitz		ungeschlämmte Porzellanerde von Saaran
Kieselsäure	40,53	45,68	19,99
- als Sand . . .	5,15		55,89
Thonerde	38,54		17,31
Eisenoxyd	0,90		0,56
Kalkerde	0,08		—
Bittererde	—		—
Kali	0,66		0,46
Wasser und Glühverlust . .	13,00		5,70
	99,24		99,91.

II. Die plastischen Thone

die sich hauptsächlich in allen Formationen der sedimentären Periode gebildet und abgelagert haben, sind entweder als mehr oder weniger durch Eisen- und Manganoxydhydrat, Eisenoxydul, kohlensaure Kalkerde, kohlensaure und kieselsaure Bittererde, und durch Beimengung organischer Gebilde verunreinigte Kaoline zu betrachten, oder sie sind Zersetzungsprodukte solcher Gesteine worin Eisen-, Mangan-, Kalk- und Bittererdesilicate bereits enthalten waren. Je grösser in den Thonen der Gehalt an fremden Beimengungen ist, je schmelzbarer werden sie. Die meisten Thone sind derb, trocken, grob- und feinerdig, zerreiblich, milde, in feuchtem Zustande geschmeidig und bildsam. Sie fühlen sich mehr oder minder fettig an und werden auf dem Strich glänzend.

Den Thongeruch, sowie die geringe Härte haben sie mit dem Kaolin gemein, und erreichen sie bei grossem Gehalt an Metalloxyden ein specifisches Gewicht wohl über 2,2. Sie kommen in verschiedenen weissen, grauen, grünen, blauen, gelben, rothen, violetten und schwarzen Farben vor, theils einfarbig, theils bunt und zwar gestreift, geadert, gefleckt und geflammt.

Die Thone absorbiren mehr oder weniger Wasser und Gase (daher ihr Geruch), halten Salzlösungen und besonders auch Fette hartnäckig zurück, daher hängen sie sich trocken mehr oder weniger fest an die Zunge. Bei der Aufnahme von Wasser quellen die Thone oft sehr stark auf, verlieren das Wasser beim Trocknen nur langsam, wobei sie stark schwinden, und dabei häufig rissig werden. Erhitzt verlieren sie ihr Wasser und hören auf bildsam zu sein. Fast frei von Eisenoxyd, fortgeschwemmt von seiner ursprünglichen Lagerstätte ist:

a) **Der Pfeifenthon,** der wenig fremde Bestandtheile in sich aufgenommen hat, er ist sehr bildsam und sehr zähe und brennt sich im Feuer nahezu schneeweiss, seine Verwendung findet er zu Steingut, Fayence. irdenen Pfeifen, Porzellankapseln etc.

b) **Die feuerfesten Thone** sind entweder wenig verunreinigte Kaoline,

Digitized by Google

oder sie sind durch den Vegetationsprozess der Steinkohlen- oder auch der Braunkohlenflora gereinigte Thonablagerungen (siehe S. 121), die nur sehr geringe Mengen von Alkalien, Kalkerde und Eisenoxyd in sich haben, Am meisten geschätzt sind die feuerfesten englischen, schottischen und belgischen Thone, die hauptsächlich zu Hohofenkernschächten, Retorten, Schmelztiegeln, Schmelzhäfen und anderweitigen feuerfesten Fabrikaten verarbeitet werden und fast ausnahmslos der Steinkohlenformation angehören.

Diese Thone sind oft mehr oder weniger durch Bitumen gefärbt, werden zum grössten Theil aus sehr beträchtlichen Teufen herausgefördert, bleiben dann längere Zeit der Auswitterung überlassen und werden schliesslich einer Klaubarbeit unterworfen.

Nach der chemischen Analyse besteht der

	Sourbridge-Thon	Staffordshire-Thon	Chinathon	Glasgow.-Thon	Tahir-Thon	Maizerouelle-Thon
Kieselsäure . .	65,10	51,80	46,32	66,16	56,0	46,0
Thonerde . .	22,22	30,40	39,74	22,54	26,0	33,4
Kalkerde . .	0,14	—	0,36	1,42	—	—
Magnesia . .	0,18	0,50	0,44	Spur	2,0	1,0
Eisenoxyd . .	1,92	4,14	0,27	5,31	—	—
Kali	0,18	—	—	—	—	—
Natron . . .	—	—	—	—	—	—
Wasser . . .	7,0	13,11	12,67	3,14	14,0	18,6
Org. Subst. .	0,58	—	—	—	2,0 Sand	1,0

Die rheinischen feuerfesten Thone sind sehr plastisch und im allgemeinen eisenarm und können in vielen Fällen die englischen und schottischen ersetzen; die Thone aus den Gruben der vereinigten Bonn-Axenthaler-Fabriken und Bergwerke zeichnen sich durch grosse Wohlfeilheit aus, während die feuerfesten Produkte von Vygen bei Duisberg und von Keller in Stolberg in bezug auf ihre Feuerfestigkeit einen grossen Ruf geniessen.

Die hessischen Thone, schon seit Anfang des 16. Jahrhunderts ausgebeutet, kommen häufig, wie z. B. bei Faulbach, mit Braunkohle vergesellschaftet vor; ihre Gewinnung erfolgt entweder in Gruben, die mit Holz ausgezimmert sind, oder durch sogenannte Aufdeckarbeit, in dem die Thonschichten mit Beilen vertikal abgearbeitet und dann horizontal abgestochen werden.

Die nassauischen Thone sind von ziemlich starken Sand- und Kiesschichten überlagert; die obern Thon-Schichten sind schwarz gefärbt, dann folgen gelb; zuletzt weiss-gefärbte Thone, die mittelst kreisrunder Schächte zu Tage gefördert werden.

Die chemischen Analysen dieser Thone ergaben folgende Resultate:

Digitized by Google

	Thon von Vallendar	Thon von Mühlheim	Thon von Grossalmerode	Thon von Obersuhl	Thon von Grenzhausen	Thon von Montabaur
Kieselsäure . .	55,46	35,35	45,5	64,10	54,44	61,73
Thonerde . . .	31,74	35,36	34,9	26,26	28,85	27,08
Kalkerde . . .	0,19	0,16	—	0,75	0,87	0,15
Magnesia . . .	0,14	0,07	—	1,42	0,75	0,29
Eisenoxyd . .	0,59	2,69	3,0	4,36	2,57	0,67
Kali	2,49	1,24	—	1,26	3,39	2,03
Natron . . .	0,68	—	—	1,42	—	1,03
Wasser . . .	0,937	11,72	15,3	0,53	9,13	7,59

Aehnliche Zusammensetzung besitzen auch die feuerfesten bayerischen Thone von Grünstadt in der Rheinpfalz, von Schwarzenfeld zwischen Amberg und Regensberg etc., und gilt das Gleiche von den schlesischen und polnischen Thonen, mit deren analytischer Untersuchung sich hauptsächlich E. Richter beschäftigt hat, und von welchen festzustellen ist, dass viele derselben den schottischen Thonen an Feuerbeständigkeit gleich zu achten sind. Auch die mährischen, böhmischen, österreichischen und steierischen feuerfesten Thone, meistentheils der Braunkohle angehörend, dienen der Fabrikation feuerfester Gegenstände; in erster Reihe gehören hierher die feuerfesten Steine, Platten für Wände und Gewölbe von Glasöfen, Schmelztiegel, Retorten, Röhren, Muffeln etc.

c) **Die Schieferthone und Schieferletten** bilden so zu sagen ein Mittelglied zwischen dem Thonschiefer und den plastischen Thonen, sie werden erst in neuerer Zeit und besonders zur Ziegelfabrikation verwendet. Ihr geognostisches Vorkommen lässt sich von den ältesten paläolitischen Gebilden bis in die Formation der Kreide verfolgen.

Der Schieferthon, auch wohl Kohlenschiefer, Kräuterschiefer genannt, ist ein aus Thonerde, feinem Quarzsande und mikroskopischen Glimmerschüppchen bestehendes Gestein von schiefriger Struktur, weich bis sehr weich; gewöhnlich grau in allen Variationen von schwarz-, blaulich-, röthlich-, gelblich- und weissgrau. Eisenkies und kohlensaures Eisenoxydul sind vorherrschend accessorische Bestandtheile, und nicht selten sind Septarien im Schieferthone eingebettet. Pflanzen- und auch thierische Ueberreste, erstere oft in Steinkohle, letztere in Schwefelkies verwandelt, sind häufig vorhanden; andererseits sind die Schieferthone oft so von Bitumen durchsetzt, dass sie in Brandschiefer übergehen und als Feuerungsmaterial verwendet werden können.

Beachtenswerth ist es, dass viele Schieferthone im Verlaufe der Zeit zu plastischen Thonen umgewandelt werden; es erfolgt solche Umwandlung auch jetzt noch und zwar umso schneller, wenn sie durch die Atmosphärilien zum Zerfallen gebracht und weiter erweicht werden.

Schieferletten besitzt stets einen bedeutenden Gehalt an Eisen-

Digitized by Google

oxyd und Eisenoxydhydrat, der sich durch gelbe und rothe Farben charakterisirt; oft erscheint dies Gestein in bunten Farben, und zeigen sich grünlichweisse bis berggrüne Nüancen in Flecken und Streifen. Der Schieferletten ist sehr thonreich und dabei durchgängig sehr dünn geschichtet, häufig mit kohlensaurem Kalk gemengt.

In trocknem Zustande erscheint das Gestein bröcklig und mager, im nassen sehr fett und zähe, und bildet dann jene Erde, die man auch Letten nennt. Jene Schieferletten, die häufig in Begleitung von rothen Sandsteinen und rothen Konglomeraten vorkommen, sind von Gümbel mit dem Namen Röthelschiefer belegt worden.

d) Töpferthone. Die Töpferthone besitzen merkliche Mengen von Eisenoxyd und kohlensaurer Kalkerde und brausen deshalb mit Säuren behandelt auf; sie besitzen im allgemeinen 57—61 Kieselsäure, 24—37 Thonerde, 4—7,5 Eisenoxyd und 0,5—2,5 Kalkerde; diese Thone vertragen ziemlich starke Hitze ohne zu schmelzen, erweichen aber in höherer Temperatur mehr oder weniger, und können bei sehr gesteigerter Hitze in eine glasige Schlacke umgewandelt werden. Die Töpferthone lassen sich in allen sedimentären Formationen bis in das Diluvium hinein verfolgen, besonders reich daran ist jedoch die Kreideformation und die tertiären Formationsgruppen.

Einige chemische Analysen von Töpferthonen mögen hier Platz finden.

	Thon von Tillendorf (Bunzlau)	Thon von Krottensen (Eger)	Thon von Lautersheim (Rheinprov.)	Thon von Arcueil (Dep. Seine)
Kieselsäure . . .	32,51	51,32	49,00	62,14
Thonerde . . .	21,60	34,28	33,09	22,00
Kalkerde . . .	0,34	0,30	2,0	—
Magnesia . . .	0,74	0,24	0,20	—
Eisenoxyd . . .	5,69	2,98	2,10	3,09
Kali	2,5	1,63	—	—
Natron	—	—	—	—
Wasser	6,39	8,50	13,56	11,01
Sand	30,51	—	—	—

III. Ziegelerde.
(Ziegelthone.)

Alle für die Ziegelfabrikation brauchbaren Rohstoffe charakterisiren sich als mehr oder weniger thonhaltig, mit Kieselerde (Sand), Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat und Wasser in den verschiedensten Verhältnissen gemengt, und steht ihre Bildung mit der aller andern Gesteine in innigem Zusammenhang.

So unendlich verschieden diese Rohstoffe sind, so vielfach verschieden sind auch die Bezeichnungen, welche denselben in der deutschen Sprache

Digitized by Google

gegeben worden sind, und man stösst hier auf eine sehr anständige Blumenlese: die Einen nennen das betreffende Rohmaterial einfach Thon, auch wohl „Tohn“ geschrieben, oder Ziegelthon; die Andern nennen es: Thonmergel, Mergelthon, Mergel, Letten (Leth), Tegel, Löss, Lösslehm, Lehm, Leimen, Auelehm, Flusslehm, Ziegellehm, Fuchserde, Schluff, Schlick, Meeresschlick, Klei, Knick-, Polder- und Wattenboden oder auch Grev, Griev, Grav, Knatz, Clay und Till.

Das Rohmaterial für die Ziegelfabrikation Thon zu nennen, möchte durchaus unzulässig sein; denn abgesehen davon, dass der Begriff Thon ziemlich gleichbedeutend ist mit „wasserhaltiger kieselsaurer, Thonerde“ so ist „Thon“ auch schon eine uralte Bezeichnung für das Rohmaterial, welches von „Töpfern“ verarbeitet wird, und das für die Ziegelfabrikation sich viel zu fett erweist.

Da „Thon“ im Gothischen thahô, im Altdeutschen dâhâ, mitteldeutsch dâhe heisst, und in diesen Worten das h der mittlere Buchstabe ist, wurde von den früheren gelehrten Leitern des Notizblattes für deutsche Ziegler etc., in Berlin herausgegeben, anstatt „Thon“, konsequent „Tohn“ geschrieben, eine Schreibart, die auch noch heut zu Tage in dieser Zeitschrift beibehalten worden ist.

Dr. Zwick in seinem Buche „die Natur der Ziegelthone“ (1878) hebt ebenfalls hervor, dass es bedenklich sei, die Rohmaterialien für den gewöhnlichen Ziegeleibetrieb als „Thon“ anzusprechen, und sagt darüber: „der Begriff wird sofort ein verschwommener seinem Sinne nach, ebenso umfassend als vieldeutig, selbst wenn man die alleinige Verwendung zu Ziegeln damit verbindet;“ weiter heisst es wörtlich: „der Begriff „Thon“ wird durchaus nicht bestimmter, wenn wir „Ziegel“ vor das Wort setzen, denn ein thoniger Sand lässt sich unter Umständen sehr wohl zur Herstellung von gebrannten Mauersteinen verwenden, verdient aber keineswegs den Namen „Thon““.

Nichtsdestoweniger wird von Dr. Zwick, wie der Titel seines Buches dies schon beweist, der Ausdruck „Ziegelthon“ als ein durchaus annehmbarer für das sonst so vielnamige Rohmaterial für Ziegeleien anempfohlen, und von ihm selbst in die technische Wissenschaft einzuführen gesucht.

Seiner Ueberzeugung nach — sagt Dr. Zwick — sei es doch noch unwissenschaftlicher etwa (wie von anderer Seite vorgeschlagen wurde) die Bezeichnung „Ziegelerde zu wählen“, „denn — sagt Dr. Zwick — wenn uns das Wort Ziegelthon immerhin daran erinnert, dass die Thonsubstanz, in welcher Art und Menge sie auch vorhanden sei, eine wichtige Rolle für die Brauchbarkeit zu bestimmten Zwecken spiele, so ist das Wort „Ziegelerde“ noch allgemeiner, verschwommener und umfassender; es berücksichtigt nur noch den Zweck und gar nicht mehr die Substanz; bei seiner Benutzung würde man auch sonstige, hier und

Digitized by Google

da ausnahmsweise benutzte Materialien, wie Bimssand, Kalk, Schlacke, Cememt etc. einzuschliessen haben."

Diese eigenartigen Einwendungen, auf deren Kritik hier verzichtet wird, werden den, der für das Rohmaterial der Ziegeleien die allgemeine Bezeichnung „Ziegelerde" wählte, nicht abhalten, dabei zu beharren, denn diese Bezeichnung schliesst sich der des Kaolins als „Porzellanerde" ganz konform an, wie dies auch bei der „Walkererde" der Fall ist, Bezeichnungen, die wohl noch von Niemandem beanstandet worden sind.

Bekämpft Dr. Zwick den Ausdruck „Ziegelerde" in seiner keineswegs apodiktischen, mehr aber rücksichtslosen Weise, als **durchaus unwissenschaftlich**, so muss er, um konsequent zu sein, auch die Bezeichnungen „Porzellanerde oder Walkererde" für unwissenschaftlich erklären, denn hier wird auch nur der Zweck und nicht die Substanz berücksichtigt; nach Dr. Zwick wäre fortan statt Porzellanerde und statt Walkererde, Porzellanthon und Walkerthon zu setzen, ein Vorschlag zu dem sich bis heutigen Tags Niemand verstiegen hat!

Dass irgend Jemand Bimssand, Kalk, Schlacke, Cement etc. als Ziegelerde ansprechen könnte, ist wohl eine vollständig grundlose Befürchtung, die dem Herrn Doktor doch sicherlich nicht ernst sein konnte.

So wird denn hier die Bezeichnung „Ziegelerde" für alle diejenigen Rohprodukte gewählt, welche die Ziegeleien zur Herstellung von gewöhnlichen Ziegelwaaren verarbeiten; im Worte Ziegelthon liegt stets der Hauptaccent auf „Thon", aus dem man bekanntlich keine Ziegel verfertigt! (lucus von non lucendo.)

Zu den **Ziegelerden** gehören nun

a) Der **Thonmergel**, reich an Kalk und verhältnissmässig leicht schmelzbar, mit 78—85 Thon, 10—25 kohlensauren Kalk und mehr oder weniger Sand, verbindet sich leicht mit Wasser und bildet eine leicht formbare Masse; Mergelthon hat nur 5—10 Kalk, dagegen 90—95 Thon; beide sind selten ganz frei von Eisenoxyd und Magnesia.

Nimmt im Mergelgestein, das bekanntlich aus Thon- und Kalkerde besteht, die Kalkerde in der Art zu, dass sie an Menge die Thonerde übertrifft, so haben wir es mit Kalkmergeln zu thun; solcher Kalkmergel ist vorherrschend von hellen schmutzigen Farben, viel härter als der Thonmergel und nimmt auch nach seinem Zerfallen und Aufweichen nur wenig plastische Eigenschaften an. Er dient vielfach zum Beimischen zu andern, sonst kalkfreien oder kalkarmen Ziegelerden, um dieselben hierdurch kalkreicher zu machen.

b) **Löss** ist eine Ablagerung aus Thon, Kieselerde (Sand), Eisenoxyd und Wasser, die sehr häufig Glimmerschüppchen, kohlensauren Kalk, Bittererde, Kali und Natron enthält etc., und dessen wesentliche, wie auch accessorische Bestandtheile sich in sehr verschiedenen Verhältnissen darin

Digitized by Google

vorfinden; seine Farbe ist je nach seinem Eisengehalt ein helleres oder dunkleres Gelbbraun, auf dessen Nüancen auch das Vorhandensein von Kalk und Magnesia einwirkend ist. Der Löss ist eine meistentheils deutlich ausgesprochene Diluvialbildung, wie dies im ersten Abschnitt dieser Abhandlung näher erörtert wurde, und liefert der Ziegelfabrikation eine ungemein grosse Fülle von äusserst brauchbarem Rohmaterial.

Charakteristische Landschnecken, die sogenannten Lösskieschen, und andere Leitfossilien lassen ihn als deutlich ausgesprochene Diluvialbildung erkennen, wo aber solche Leitfossilien fehlen, ist eine sichere Bestimmung mit Schwierigkeiten verbunden.

c) Der **Lehm** stimmt, was seine Gemengtheile anbetrifft, mit dem Löss in den meisten Fällen überein; seiner geognostischen Stellung nach gehört er vorherrschend dem Alluvium an, ist somit jüngeren Alters als der Löss, und bildet sich heute auch noch fort, indem er sich in den Niederungen der Flussgebiete und an deren Ausmündungen im Meere ablagert. Uebrigens giebt es auch Lehmgebilde von ungemein hohem Alter; so liefern die Verwitterungsprodukte des Gneises eine sandige Lehmmasse, die sich z. B. in grössern und kleinern Buchten des bayerischen Wald-Gneisgebirges als eingeschlemmte Lehme ablagerte und einer grossen Menge von Ziegeleien ihr Dasein ermöglichte; ähnliche lehmige Massen entstanden durch Verwitterung von Glimmerschiefer, Chloritschiefer, von Basalten und Basalttuffen.

Leimen ist der altdeutsche Ausdruck für Lehm, vom lateinischen limus der Schlamm; Dr. Luther gebraucht denselben oft in seiner Bibelübersetzung.

Löss und Lehm fühlen sich weniger fett an wie Thon, binden das Wasser nicht so stark wie dieser und schwinden beim Trocknen in geringerem Grade; diese Eigenschaften variiren nach ihrer quantitativen Zusammensetzung. Durch Aufnahme von Quarzsand gehen Löss und Lehm allmälig in lockern Sand oder in Sandmergel über, brennen sich roth oder bläulich roth und schmelzen bei grosser Hitze zu einer schwärzlichen, blaugrauen Schlacke zusammen.

Lehm und Löss dienen, ausser zu sämmtlichen Ziegeleifabrikaten, zu den verschiedensten Lehmarbeiten, Lehmsteinen, Lehmestrichen, Lehmputz etc. —

Zu den am häufigst gebrauchten Bezeichnungen für gewisse Arten der Ziegelerde sind hier Letten und Tegel hervorzuheben[1]).

Letten (althochdeutsch leddo und letto, mittelhochdeutsch lette) wird im praktischen Leben für verschiedenartige thonige Gemenge gebraucht, bald bezeichnet man damit einen weissgrauen Thon, bald den sandigen, eisengelb gefärbten Lehm, bald den kalkigen Mergelthon; der Letten ist

[1]) Analysen von verschiedenen Ziegelerden folgen im Kapitel: Künstliche gebrannte Steine.

Digitized by Google

daher bald fett, mit Wasser plastisch werdend, bald mager und liefert oft erst nach langsamer Verwitterung eine mit Säuren brausende plastische Erde. Die Geognosten haben den Ausdruck Letten in der Kombination „Schieferletten“ in die Gesteinslehre eingeführt, und sind darunter verhärtete Thone verstanden, die jedoch durch Verwitterung in Letten übergehen; solche Letten sind in erweichtem, feuchtem Zustande sehr fett und plastisch und charakterisiren sich durch rothe oder bunte Farben, welche letztere sich durch grünlichweisse bis berggrüne Flecken und Streifen charakterisiren, streng genommen wäre hierdurch der Ausdruck Letten in engere Grenzen gewiesen und käme dann nur einer Gruppe der älteren Thone von der Silurzeit bis in die Kreideformation zu, die eben aus der Zersetzung der Schieferletten hervorgegangen sind; dies würde auch der Thatsache entsprechen, dass aus den verwandten Schieferthonen sich durch Verwitterung gewöhnliche plastische Thone gebildet haben, die aber vorherrschend blauschwarze Farben besitzen. Mit Letten war bei älteren Schriftstellern Leden, Leth und Leimen ziemlich gleichbedeutend.

Die Bezeichnung Tegel ist eine vorherrschend in Süddeutschland, besonders in Oesterreich übliche, und ist streng genommen damit nur jener blaulichgrüne, mergelige Thon zu bezeichnen, der das Haupt-Ziegelmaterial Wiens liefert, und der dem sogenannten wiener Becken angehört. Hier haben sich, wie auch im bayer. Gebiete Schichtenkomplexe herausgebildet von über einander liegenden Thonen, Mergeln, sandigen Kalksteinen, Sand, Konglomeraten und Geschieben, die theils der oligocänen theils der neogenen Tertiärformation angehören, und die in früherer Zeit mit dem Namen Tegelformation belegt worden sind. In sofern hat diese Bezeichnung einen durchaus geognostischen Charakter und dürfte wohl auch nur in diesem Sinne für tertiäre Thone anwendbar sein.

Unter Klei (englisch Clay daher auch die Schreibart Klai) versteht man eine fette, zähe Thonerde, in Form des Marsch-Bodens oder des Schlammes; der Ausdruck ist in Norddeutschland überall gang und gäbe. Aber auch der fruchtbare Boden, welchen die Flüsse in ihrem unteren Laufe und an ihren Mündungen, den ferner auch das Meer in der Umgebung mancher Küsten absetzt, wird Marsch-Klai genannt; unzweifelhaft stehen die Worte Kleiben, Kleiber mit Klei in Zusammenhang.

Knick-, Polder-, Wattenboden, sind eingezäunte, beziehungsweise durch Eindeichung dem Wasser abgewonnene Ländereien; man sucht dem Meere Watten, d. h. Sand und Schlammbänke, die zur Ebbe bloss liegen abzugewinnen und einzudeichen, und solche eingedeichten Stellen oder Polder liefern dann häufig das Material für den Ziegeleibetrieb.

Schlick und Schluff bezeichnen einen im Wasser abgesetzten, aus äusserst feinem Thonschlamm bestehenden Niederschlag, der sich ähnlich wie Klei an den Flussmündungen und am Meeresufer abgelagert hat.

Fuchserde endlich bezeichnet wohl eine, durch Eisenoxyd besonders

Digitized by Google

roth gefärbte thonige Erde und ist gleich bedeutend mit einem rothen Thone; sie tritt meistens auf höheren Punkten auf und ist durch atmosphärisches Wasser so sehr entthont, dass nur Sandkörner mit einer Rinde von Eisenoxyd überzogen und hierdurch verkittet zurückbleiben; solche konglomeratartige Lehmvarietät tritt unter anderem in Holstein bei Tarbeck, sowie auch bei Potsdam auf. Till ist der englische Ausdruck für Thonmergel.

Mit Grav, Grev, Griev bezeichnet man in Thüringen einen an sich fetten, schmierigen, anklebenden Thonboden, welcher hauptsächlich im Gebiete der Muschelkalk- und Juraformation vorkommt und mehr oder minder stark mit grössern und kleinern Kalksteinen untermengt ist; da ein solcher Boden sich schwer „graviter" bearbeiten lässt, so möchte der Namen „graver" Boden oder Grav aus dem Lateinischen abzuleiten sein[1]).

Auch der Ausdruck „Knatz" wird in Hessen und Thüringen gebraucht und zwar für einen fetten, zähen Thonboden, der beim Umhacken und Ausscheiden stark an den Geräthschaften anklebt, und von diesen nur mit knatzendem Geräusch sich losreisst.

Als Thüringischer Provinzialismus ist hier schliesslich noch die Bezeichnung Löth- und Stopferde zu erwähnen, die ebenfalls fetten schweren Thonablagerungen beigelegt wird.

Physikalische allgemeine Eigenschaften und Vorkommen des Thones.

Wie die Abstammung und das Wesen der Thone so unendlich verschieden sind, so verschieden wird auch ihr Verhalten in physikalischer und chemischer Beziehung sein; für alle Varietäten der Thone vom weissen Kaolin herab bis zum Lehm, ja bis zum Lehmboden übereinstimmende und zutreffende Angaben aufzustellen, ist geradezu unmöglich. Trotzdem dass achtungswerthe Arbeiten der Neuzeit das komplicirte Wesen und Verhalten der Thone zu ergründen und klar zu legen versuchten, ist es bis jetzt nicht gelungen eine Uebereinstimmung in diesen Arbeiten entdecken zu können, und ist man dem entsprechend noch weit vom Ziele entfernt, ja es erscheint fraglich, ob dasselbe sobald — bei seiner nebelhaften Ferne — erreicht werden wird.

Dies gilt weniger von den Kaolinen, die unter sich eine nahezu übereinstimmende Zusammensetzung nachweisen, sondern von allen aufgeschwemmten Thonen mit ihren proteusartigen Eigenschaften.

Was die Struktur und die Farbe der einzelnen Thonarten, wie sie in der Natur vorkommen, betrifft, so haben diese bereits bei der petrographischen Beschreibung schon allgemeine Erwähnung gefunden; hier sei

[1]) Dr. F. Senft. Die Thonsubstanzen 1879 bei J. Springer in Berlin S. 55.

Digitized by Google

nur weiter noch darauf hingewiesen, dass alle Thonablagerungen aus der eigentlichen Thonsubstanz, Sand und feinem Mineralstaub (Schluff) bestehen; diese sind als wesentliche Bestandtheile der meisten Thonarten zu bezeichnen, zu welchen dann eine weitere und zwar sehr umfangreiche Reihe von accessorischen Bestandtheilen tritt, von welchen die häufigst vorkommenden Kalk, Eisen, Bittererde, Kali, Natron, Bitumen etc. sind.

Die Thonsubstanz zeigt überall die Flaserform, d. h. sie besteht aus zarten Blättchen oder Schüppchen, die sich in planen parallelen Schichten abgelagert haben; der Sand erscheint in allen jenen Stadien, die ihm überhaupt eigen sind (siehe S. 103), während der äusserst feine Mineralstaub (Schluff) theils abgerundete, theils tafelförmige Elemente erkennen lässt, die sich unter der Lupe bei starker Vergrösserung als Quarz-, Glimmer-, Feldspath-Theilchen oder auch als Panzer von Infusorien dokumentiren. Das Vorherrschen dieser oder jener Substanz (Thon oder Schluff), die Grösse, Form und die Farbe der Elemente, aus welchen der Sand besteht, werden dem Gemenge entweder ein vollständiges pelitisches oder auch ein mehr oder weniger feinkörniges Gefüge geben, das durch seine accessorischen Bestandtheile wieder die mannigfachsten Variationen erfahren kann. Uebrigens treten in den aufgeschwemmten Thonen auch Versteinerungen auf, und namentlich Muscheln und Korallen; andererseits sind in denselben pflanzliche und thierische Reste, Gerölle und Geschiebe, Schwefelkies und Gypskrystalle sehr häufig anzutreffen.

Viele Thone besitzen — das liegt in der Art ihrer Entstehung — nur geringen Zusammenhang und sind im trocknen Zustande abfärbend und nicht schwer zerreiblich; sie lassen sich im Wasser leicht aufschlämmen und zertheilen sich dabei in so feine Theilchen, dass das Wasser milchig getrübt erscheint und oft sehr lange braucht, um vollständig abgesetzt zu werden.

Da viele trockene Thone begierig Wasser einsaugen, so kleben sie stark an der Zunge; befeuchtet macht sich ein charakteristischer Geruch geltend, der wohl davon herrührt, dass die meisten Thone die Eigenschaft haben, verschiedene Gase und namentlich Ammoniakgase in sich zu bergen.

Der Thon bildet mit einer bestimmten Quantität Wasser, die jedoch bei verschiedenen Thonarten variabel ist, einen zähen, bildsamen Teig, der alle Eindrücke leicht annimmt und sich in die feinsten Vertiefungen von Mat izen pressen lässt, wobei er die Form, die man ihm giebt, seiner geringen Elastizität wegen, beibehält. Man bezeichnet diese so höchst wichtige Eigenschaft des Thones mit Plastizität oder Bildsamkeit, diese ist es hauptsächlich, die dem Thone seine Bearbeitsamkeit verleiht, und ihn dadurch so bedeutungsvoll sowohl für die wirthschaftlichen wie für die industriellen Verhältnisse macht.

Trockener, sehr reiner Thon vermag bis zu 70 Procent Wasser in sich aufzunehmen; besitzt jedoch eine Thonart einen grossen Gehalt an fein-

Digitized by Google

körnigem Sand (magerer Thon) und ist dabei aber „schluffreich“, so verträgt sie im Verhältniss zum „fetten“ Thon ein viel geringeres Wasserquantum, um einen bestimmten Grad der Plastizität zu erlangen. Durchfeuchteter, nicht zu magerer Lehm nimmt zwischen 40—50 pCt. Wasser auf, ohne schlammig zu werden. Die Quantität Wasser, welche der Thon aufgenommen hat, um knetbar zu werden, verliert er an der Luft wieder, er wird lufttrocken und erhält, aufs neue mit Wasser zusammengebracht, seine plastischen Eigenschaften vollständig wieder.

Bei sehr dichten und fetten Thonen erfolgt die Wasserverdunstung sehr langsam, während jeder Sandgehalt, besonders der grobkörnige, den Thon locker und porös macht und die Verdunstung befördert.

Erhitzt man den Thon bis zu 300° C., so giebt er sein chemisch gebundenes Wasser ab und verliert die Eigenschaft, selbst in das feinste Pulver zerrieben, sich wieder mit Wasser zu einer plastischen Masse kneten zu lassen.

Die Plastizität oder Bildsamkeit ist eine der wichtigsten Eigenschaften der Thone, die aber hauptsächlich den fetten Varietäten zukommt und ist dieselbe von ganz bestimmten Wassermengen abhängig, d. h. zu wenig oder zu viel Wasser wird stets die Formbarkeit eines Thones beeinträchtigen.

Magere Thone, die viel Sand enthalten oder denen fremde Mineralstoffe beigemengt wurden, besitzen eine verhältnissmässig geringere Plastizität.

Hat die reine Thonsubstanz nur grade so viel Wasser in sich aufgenommen, dass ihre einzelnen Massentheilchen gesättigt sind, so erlangen diese letzteren eine so starke gegenseitige Anhaftungskraft, dass sie dadurch wasserhart werden und von aussen wenig Wasser mehr in sich aufnehmen. Auf diese Weise erklärt sich auch die Wichtigkeit für den Haushalt der Natur, dass die Thonlager im Innern der Erde die Gewässer der Quellen auf und unter sich sammeln und die Salzstöcke gegen Auslaugung schützen.

Gefriert eine von Wasser ganz durchdrungene Thonmasse, so zerfällt sie vollständig, indem die sich bildenden Eiskrystalle ihre Massentheile auseinander treiben.

Durch den Verlust an Wasser, das dem Thone, um ihn plastisch zu machen, zugesetzt wurde, „schwindet“ er; dieses Schwinden setzt sich beim Brennen des Thones fort, wobei das Schwindmass ein sehr variables sein kann und je nach der Art des Thones selbst bis zu 20 pCt. beträgt.

Sowie die, nie ohne Wasser gedachte Plastizität im innigsten Zusammenhange mit der sich einstellenden Klebrigkeit, Schlüpfrigkeit und Formbarkeit steht, so wird auch an den Thonen weiter eine sehr wichtige Eigenschaft beobachtet, die als Bindekraft, Bindevermögen, Bindefähigkeit bezeichnet wird. Durch diese Eigenschaft erlangen die Thone die Fähigkeit, mit Wasser angemacht, andere pulverförmige oder auch grob-

Digitized by Google

körnige Massen in sich aufzunehmen und, nachdem sie zusammengetrocknet sind, ein Ganzes von gewisser mechanischer Festigkeit zu bilden.

Dr. C. Bischof hat es untefnommen diese, bei der Thonwaarenindustrie eine so grosse Rolle spielende Eigenschaft der Thone näher zu bestimmen und thut dies auf zweierlei Weise: 1. mit Hülfe von Quarzpulver oder Sand unter Beobachtung des Abstaubens oder Ablösbarkeit der Sandtheile und 2. mit Hülfe von Wasser, von dem die fetten oder die meist bindenden Thone mehr erfordern, um eine bildsame Masse zu geben, als die weniger fetten und die magern.

Nebenbei giebt Dr. Bischof für die Praxis einige Proben an, deren man sich bei der Bestimmung des Bindevermögens oder der Bildsamkeit bedient:

„Hinsichtlich der Verarbeitung eines Thones im allgemeinen muss ein aus demselben bereitetes, länglich cylinderförmiges Stück sich zu einem Ringe zusammenlegen lassen, ohne dass letzterer aus einander reisst und Sprünge bekommt; formt man aus dem Thone Kugeln von verschiedener Grösse, so müssen sich dieselben ungefähr um die Hälfte ihres Durchmessers verflachen lassen, ohne an den Rändern Risse zu zeigen, und zieht man den Thon auseinander, so muss eine gewisse duktile Dehnbarkeit der Thontheilchen zu beobachten sein.

Als Massstab zur Vergleichung der Bildsamkeit verschiedener Thone hat man die Länge von freihängenden Fäden genommen, welche sich aus einer Henkelpresse heraustreiben lassen, bis sie durch ihr eigenes Gewicht abreissen; oder bei zwei verschiedenen Massen, die aber gleichen Wassergehalt und gleiche Feinheit haben, kann man ihre relative Plastizität bestimmen nach der Länge, bis zu welcher man einen Ballen ausrollen kann, ohne ihn zu zerreissen[1]).“

Im allgemeinen lässt sich in bezug auf das Schwinden der Satz aufstellen: „je fetter ein Thon (d. h. je mehr Wasser er aufnimmt und sein Volumen dabei vergrössert), um so mehr wird er beim Trocknen schwinden;“ hierbei setzt sich das Schwinden des Thones aber nicht so lange fort bis sämmtliches Wasser verdunstet ist, sondern erreicht seine Grenze lange bevor die vollständige Trockenheit eintrat[2]), ein ungleiches Schwinden hat das Zerreissen oder Bersten der Masse zur folge, und wird dies eintreten, wenn die betr. Thonmasse nicht gleich dicht und gleichartig, oder bei gleichartiger Beschaffenheit, nicht gleichmässig vom Wasser durchdrungen war. Die Ursache des Reissens kann aber auch die Folge einer zu schnellen, oder einer einseitigen Trocknung sein.

Der reine Thon schmilzt nur im Knallgasgebläse zu einem farblosen Glas, ist aber bei den in der Technik erzielten Ofentemperaturen un-

---

[1]) Dr. C. Bischof, Bestimmung des Bindevermögens der Thone. Notizblatt 1877.

[2]) Plastizität, Schwindung und andere Fundamental-Eigenschaften des Thons von J. Aron.

Digitized by Google

schmelzbar; durch das Brennen wird er dicht, hart, klingend und saugt mehr oder weniger Wasser an.

Thone, mit Sand, kohlensaurem Kalk, Eisen- und Manganoxydhydraten etc. vermischt, werden je nach der Menge dieser Verunreinigungen in ihrer Feuerbeständigkeit sehr beeinträchtigt und herabgestimmt. (Näheres bei den feuerfesten Steinen.)

Chemische Eigenschaften des Thones.

Der reine Thon ist, wie bereits früher entwickelt wurde, eine Verbindung von Kieselsäure, Thonerde und Wasser von nahezu übereinstimmender Zusammensetzung; sie ist in verdünnter Salz- und Salpetersäure unlöslich, dagegen in Kalilauge bei anhaltendem Kochen unter Bildung eines Doppelsilikates von Thonerde und Kali löslich. Eine ähnliche, im Wasser lösliche Verbindung erhält man durch Zusammenschmelzen von Thon und Kali.

Koncentrirte Schwefelsäure zerlegt meist den Thon bei 250—300° C. unter Abscheidung von Sand und Kieselsäure, welche sich durch mit etwas Aetznatron versetzter siedender Sodalösung trennen lassen. Auch durch Flusssäure und Schwefelsäure lässt sich der Thon zerlegen[1]).

Was das Verhalten der Thone in der Hitze anbetrifft, so ist die reine Thonsubstanz selbst im heftigsten Ofenfeuer nicht schmelzbar; beim Zubringen von Kalk, Eisenoxydul, Eisenoxyd, Manganoxyd, Alkalien, Magnesia, Kieselsäure (Sand) und Silikate (Feldspath etc.) wird die Unschmelzbarkeit mehr oder weniger alterirt, und es bilden sich dann Doppelsilikate. Um unschmelzbare Thone (Kaolin) zur Herstellung dichter Fabrikate verwenden zu können, ist es nothwendig, denselben geeignete Flussmittel (Feldspath, Quarz und Kreide) beizumischen[2]).

Die Thonsubstanz hat stets das Bestreben Gase, Oele, Farbstoffe, Salze und Säuren in sich aufzunehmen; die Grösse ihres Absorptionsvermögens ist aber abhängig von ihrem Wassergehalte, so dass bei jeder Veränderung des letztern auch die Menge der aufzunehmenden Stoffe sich ändert. Ist eine Thonmasse durch eine aufgesogene Substanz, z. B. durch Gyps, kohlens. Kalk oder Kieselsäure, gesättigt, so werden die in Lösung sich befindenden Stoffe bei einer eintretenden Wasserverdunstung nur solange mit ausgeschieden, als die Verdunstung des Wassers und in folge davon die Verdichtung der Thonmasse vorschreitet und endlich ein Moment eintritt, in welchem der Thon, trocken geworden, auch keine aufgesogene Substanz mehr freigeben kann.

---

[1]) B. Kerl. (Musprat technol. Wörterbuch).

[2]) Specielles über die Feuerbeständigkeit der Thone folgt im Kapitel: Feuerfeste Steine.

Digitized by Google

Die so ausgeschiedenen Mineralstoffe lagern sich dann entweder in entstandenen Blasenräumen, Spalten und Kluften ab, wie dies z. B. häufig bei den Gypsspath-Krystallen der Fall ist, oder es ergeben sich Ausblühungen von Kochsalz, Salpeter, Alaun etc.

Wird eine mit aufgesogenen Substanzen gesättigte Thonmasse durch Wasser in einen möglichst dünnen Schlamm umgewandelt, so behält sie nur jene Substanzen, welche halb chemisch mit ihr verbunden und in reinem Wasser unlöslich sind.

Zu diesen ihr bleibenden Substanzen gehören besonders Kieselsäure, kiesel- und kohlens. Magnesia, kohlens. Kalkerde, kohlens. Eisenoxydul und auch wohl Eisenoxydhydrat. Wasser jedoch, das gelöste Säuren in sich enthält, kann auf den mit fremden Stoffen erfüllten Thonschlamm seine lösende Wirkung soweit fortsetzen, dass in demselben nur Eisenoxydhydrat, Kalk und Steinmehl verbleibt, und liegt in diesem Verhalten der Grund, dass Thon, welcher durch Wasserfluthen mitfortgeführt und dann als Schlamm abgelagert wurde, nur diese Accessorien in sich behalten hat; in solcher Weise entstanden bei innigster Zusammenschlämmung Thon mit Eisenoxydhydrat (Töpferthon), Thon mit kohlens. Kalk (Mergel) und beim Vorhandensein von bituminösen oder humosen Stoffen die sogenannten Letten.

Eine innige Bildung solcher Thone setzt aber auch voraus, dass zunächst alle sich mischenden Substanzen, gleich fein geschlämmt, sich in der Art absetzen, dass sie aufs innigste mit einander verwachsen konnten, andernfalls zeigt die zusammengeschlämmte Masse nach ihrer Verdichtung ein ungleichmässiges Gefüge, grössere und kleinere Streifen, Flammen, Knollen und Nester, und ungleiche Farbe.

Das Verhalten der reinen Thonsubstanz gegen gesteigerte Wärme ist ein äusserst auffälliges.

Eine in Wasser zu dünnem Brei angerichtete Thonmasse hat eine weit niedrigere Temperatur, als die Luft sie besitzt, welche die Thonmasse umgiebt; so zeigte[1]) ein weissgrauer Thon bei einer Lufttemperatur von + 18° R. im Schatten: im dünnbreiigen über 60 pCt. wasserhaltigen Zustande + 5° R.; im steifbreiigen 50 pCt. wasserhaltigen Zustande + 8° R.; im scheinbar trocknen 15 pCt. wasserhaltigen Zustande + 12° R.

Erst wenn die Thonmasse sich ihrem Austrocknungspunkte nähert, zeigt sie eine Temperatur, welche der Temperatur, der sie umgebenden Luft gleich ist; hat der Thon sein Wasser verloren und haben sich die einzelnen Massentheilchen gegenseitig mit einander fest verbunden, dann nimmt er leicht Wärme in sich auf und bindet sie um so länger, je heller er gefärbt erscheint.

Bei weiter gesteigerter Wärme, die den Thon von seinem mechanisch

[1]) Die Thonsubstanzen von Dr. Ferd. Senft, Berlin 1879 bei J. Springer S. 46.

Digitized by Google

gebundenen Wasser vollständig befreit, tritt eine Art Frittung ein; die Massentheilchen nähern sich hierbei aufs Innigste, es bleibt aber die Masse porös, wasseraufnahmefähig, zerreibbar und klebt auch an der Zunge.

Stärkere Hitzegrade nehmen dem Thone einen Theil seines Hydratwassers und erzeugen eine nahezu dichte Masse, die jedoch immer noch zur Wasseraufnahme geneigt sich erweist, es tritt somit eine Versteinung der Thonmasse ein, die bei weiterm Brennen in Verglasung übergeht. Die Massentheilchen fliessen dabei in einander und verlieren ihr Hydratwasser vollständig; die jetzt entstandene Masse ist äusserst hart, besitzt hellen Klang, saugt kein Wasser mehr in sich auf und klebt nicht mehr an der Zunge.

Diese Umwandlung der Thonsubstanz kann aber nur dann erfolgen, wenn in ihr Mineralsubstanzen vorhanden sind, welche in heller starker Rothglühhitze sich mit der kieselsauren Thonerde chemisch zu einem zusammengesetzten Silikate verbinden. Die reine Thonsubstanz für sich ist auch in der stärksten Hitze nicht zu einem Glase, sondern nur zu einer gefritteten oder steinartigen Masse umwandelbar.

Zu glasartigen Silikaten verbindet sich die reine Thonsubstanz schon in der Rothglühhitze mit allen Salzen der Alkalien und alkalischen Erden; mit Flussspath, Eisen- und Manganoxyd und mit einem Steinmehl, das aus Feldspath, Hornblende oder Augit bestehen kann; als „Flussmittel" verwendet man wohl auch feldspathhaltigen Sand.

Das Resultat, welches durch das Brennen des Thones in bezug auf seine Farbe erreicht wird, hängt gleichfalls von den variirenden Mischungsverhältnissen der Thone ab; je reiner die Thone sind, desto heller werden sie nach dem Brennen sein; Eisenoxyd giebt nach dem Brennen die mehr oder weniger intensive rothe Färbung, beim Vorhandensein von Magnesia wird die Färbung mehr gelb, beim Vorhandensein von Kalk annähernd weiss; eine grünliche Farbe lässt auf Bildung von Eisenoxydul schliessen.

Die Anwendung des Thones ist eine ungemein mannigfache; die ganz reinen Varietäten werden zur Herstellung des Porzellans, die weniger reinen zur Fabrikation von Fayence, Steingut, Steinzeug, Thonpfeifen, Ofenkacheln, Töpfergeschirr verwendet; die feuerfesten Thone verarbeitet man zu Schmelztiegeln und anderweitigem feuerfesten Material (Chamottsteinen); auch wird der rohe Thon zur Fabrikation des Portlandcements benutzt.

Eine äusserst verbreitete Verwendung finden andere Thonsorten, besonders die Mergelerde, der Lehm oder Löss bei der Fabrikation der Ziegelwaaren, nicht nur zur Herstellung von Lehmsteinen, gewöhnlichen Backsteinen und Dachziegeln, sondern auch zu den in unserer Zeit wieder in so grossem Ansehen stehenden Terracottaarbeiten. Der plastische Thon dient aber auch zur Herstellung von Modellen und gestaltet sich willig unter dem Modellirholze des Bildners.

Digitized by Google

Endlich wird der rohe Thon auch gebraucht, um sich gegen den Andrang des Wassers zu schützen, da eine eingestampfte Thonschicht vom Wasser nicht durchdrungen wird; durch diese Eigenschaft des Thones haben seine Ablagerungen im Innern der Erde eine für den Haushalt der Natur sehr wichtige Funktion, indem sie das Quellwasser auf und unter sich sammeln und auch die Salzstöcke, die sie zu umgeben pflegen, gegen Auslaugung schützen; Lehm kann diesem Zwecke nicht dienen, denn er lässt das Wasser durch sich durch.

Lehm dient besonders auch der landwirthschaftlichen Baukunst zur Herstellung von Lehmwänden (Wellerwänden), Lehmstaakarbeiten, Lehmestrichen; auch Lehmmörtel findet Anwendung zur Herstellung von Mauern, besonders Feuermauern[1]).

6. Dammerde.

(Acker-, Wald- und Gartenerde).

Wir verstehen darunter die lockere Erdschicht, welche, in dünnerer oder dickerer Lage über die Erdoberfläche verbreitet, den Standort der wildwachsenden oder angebauten Pflanzen abgiebt und durch Zersetzung und Verwitterung der Gesteine unter Beimengung verwester, pflanzlicher und thierischer Stoffe entstanden ist. Den Techniker interessirt diese Erde insofern, als sie Anlass zu Mauerkrankheiten geben kann, wenn sie nämlich unmittelbar mit dem Mauerwerk eines Gebäudes in Berührung kommt; die Gartenerde führt stets Kochsalz in sich (Chlornatrium), kommt dies in Berührung mit kohlensaurem Kalk, der entweder als Baustein oder als regenerirter kohlensaurer Kalk im Mörtel vorhanden ist, so entsteht kohlensaures Natron und Chlorkalium; ersteres wittert in nadelartigen Krystallen in kleinen Anhäufungen aus, letzeres ist aber hygroskopisch und es erscheint an der Wand als ein schleimiger Beschlag, der das Mauerwerk nässt und erweicht; diese erweichten Stellen werden durch eintretenden Frost abgelöst und setzt sich der Prozess des Nässens und Abfrierens fort, so lange eben Kochsalz und kohlensaurer Kalk in Berührung beharren; man nennt diese Mauerkrankheit den Mauerfrass[2]).

---

[1]) Specielles siehe: Ziegelerde.

[2]) Der Mauerfrass hat jedoch noch weitere Ursachen, die an den betr. Stellen dieses Buches eingehende Erörterung finden.

Digitized by Google

Allgemeine Betrachtungen über Beurtheilung der Güte der natürlichen Gesteine als Bausteine.

Bei der Wahl von Bausteinen haben wir hauptsächlich die Eigenschaften derselben genau zu prüfen und fordern generell für sie in erster Linie dauerhaftes Verhalten und Festigkeit; speziell haben wir die Härte, Feinheit und Dichtigkeit des Gesteins und die sich darauf begründende Politurfähigkeit zu beurtheilen, sowie ihr schönes Ansehen in bezug auf Farbe und Farbbeständigkeit. Ferner erscheint es wichtig, ihr Verhalten gegen Permeabilität und Wärmeleitungsfähigkeit, dann gegen die Nässe (Trockenheitszustand) und gegen das Feuer (Feuerbeständigkeit) in Betrachtung zu ziehen und schliesslich ihr Gewicht zu besprechen.

Die Dauerhaftigkeit eines Gesteins hängt ab von dem Widerstande, den dasselbe allen äussern Einflüssen der Luft und des Wassers in den Grenzen unserer Temperaturverhältnisse entgegensetzt; vermag es den nöthigen Widerstand nicht zu leisten, so ist das Gestein verwitterungsfähig oder mit anderen Worten der Verwitterung unterworfen; solche Erscheinungen werden durch die Atmosphärilien verursacht, welche auf die Gesteine zersetzend wirken und einen allmäligen Verlust ihrer Bestandtheile einleiten; hierbei wird die Konsistenz sowohl als auch die Form der Gesteine alterirt.

Die Verwitterung beginnt in der Regel an der Oberfläche und dringt oft tief, durch Klüfte und Fugen begünstigt, in das Innere der Gesteine selbst ein. Ihr erstes Stadium macht sich sehr häufig geltend im Verfärben und Bleichen des Gesteins, das oft metertief nachweisbar ist; durch Kohlenstoff und Bitumen schwarz gefärbte Gesteine wie Kalke, Kiesel- und Thonschiefer werden mit der Zeit an ihrer Oberfläche hellgrau, ja weiss, eine Erscheinung, die darauf schliessen lässt, dass hier der Kohlenstoff nach und nach in flüchtige Kohlensäure umgewandelt wird.

Eisenoxydhydrat haltige, hellgelb gefärbte Kalksteine werden an ihren äussern Flächen allmälig roth, und deutet dies auf eine Entwässerung des in ihnen enthaltenen Eisenoxydhydrates hin. Auch Eisenoxydul geht als ein häufiger Bestandtheil vieler Gesteinsarten in Eisenoxydhydrat über und verfärbt sich dabei, indem es eine licht röthlich braune Farbe annimmt; diese Erscheinung ist bei den grünen Porphyren, bei Diabas und bei den Dioriten zu beobachten. Aehnlich wie Eisenoxydul verhält sich das Manganoxydul, das als oft auftretender Gemengtheil in den Gesteinen beim Zutritt der atmosphärischen Luft in eine höhere Oxydationsstufe tritt und in Manganoxyd übergeht.

Digitized by Google

Kommen Eisen und Manganoxyd dann mit Wasser in Berührung, so verwandeln sie sich in Eisen- und Manganoxydhydrat. Ein solcher Umwandlungsprozess ist aber mit einer Volumensvergrösserung verbunden, die unter Umständen auf die zunächst gelagerten Gemengtheile auseinandertreibend wirken kann und dazu beiträgt, das endliche Zerfallen der Gesteine einzuleiten.

Aehnliche Röthungen kann man auch bei den Serpentinen beobachten. Nach Bischof[1]) ist auch die rothauftretende Farbe in vielen feldspathhaltigen Gesteinen bedingt durch die Umwandlung des Eisenoxyduls zu Eisenoxyd, und wird hierdurch ebenfalls der weitere Zersetzungsprozess eingeleitet. Auf die Verwitterung der Basalte hat das kohlensaure Eisenoxyd Einfluss, indem dasselbe zu Eisenoxydhydrat umgewandelt wird. Leicht durch die Atmosphäre werden auch eisenhaltige Mineralien, wie die Granaten oder die Eisenkiese zerstört; ersteres ist besonders der Fall beim Gneis, Glimmerschiefer, Granulit, Eklogit, in welchen die oft sehr häufig vorkommenden Granaten in allen Stadien der Verwitterung sich befinden oder ganz fehlen, indem sie Hohlräume zurückgelassen haben.

Die aus Schwefel und Eisen bestehenden Eisenkiese, die so vielfach unsere Gesteine, beispielsweise den Thonschiefer begleiten, werden durch die atmosphärische Luft in der Weise verändert, dass der Schwefel in Schwefelsäure, das Eisen in Eisenoxydul umgestaltet wird; unter Hinzutritt von Wasser entsteht dann schwefelsaures Eisenoxydul, das in folge seiner Volumenszunahme das Gestein auseinander treibt, oder dessen Bestandtheile sich auflockern und zerfallen, indem das entstandene Salz vom Regenwasser ausgelaugt wird.

Auch die wasserhaltigen Silikate geben zu Zersetzungen Veranlassung; so bedeckt sich wohl die Oberfläche der Phonolithe und Basalte mit einer weissen oder grauen Verwitterungskruste, während Obsidiane im ersten Stadium der Verwitterung den Glanz ihrer Oberfläche verlieren und Anlauffarben zeigen, wie dies bei der Zersetzung unserer Fensterscheiben oft der Fall ist, wenn Alkalien nebst Kieselsäure ausgeschieden werden.

In vielen Fällen bilden sich in einzelnen Gesteinen in folge löslicher Salze Efflorescenzen oder mehlige Beschläge auf der verwitterten Oberfläche; so erscheint schwefels. Magnesia auf den verwitterten Flächen des Gneises, Alaun und Eisenvitriol im Alaunschiefer, Salpeter an Kalkgesteinen.

Endlich geben Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd vielfach Veranlassung zur Bildung von Dendriten, indem besonders auf den Klüften der Porphyre, Phonolithe und mancher dichten Kalksteine sich ockrige Ueberzüge

[1]) Lehrbuch der chem. Geologie II. Th.

Digitized by Google

von gelber, brauner, rother und schwarzer Farbe bilden und wohl von Unkundigen für Pflanzenabdrücke gehalten werden.

Andere Wirkungen der Verwitterung äussern sich durch ein endliches Zerfallen des Gesteines, und greifen solche Zersetzungen in Schluchten, Wasserrinnen, Hohlwegen und alten Steinbrüchen oft sehr tief in die Felsmassen des Granits, Syenits, Felsitporphyres und des Gneises ein, letzterer wird dabei zum grossen Theil zu einem morschen, weichen Grus aufgelockert, welcher endlich in sandigen Lehm zerfällt, theils in unreinen Kaolin umgewandelt wird.

Wenn auch der Glimmerschiefer weniger als der Gneis der Verwitterung unterworfen ist, denn Quarz sowohl als Glimmer widerstehen der chemischen Umwandlung ganz ausserordentlich, so ist er dagegen in seinen weicheren Varietäten der mechanischen Zerstörung um so mehr unterworfen.

Eine viel grössere Wichtigkeit erlangen jedoch jene tief eingreifenden Zerstörungen, durch welche viele Silikat-Gesteine betroffen wurden, indem ein Theil ihrer Bestandtheile eine totale chemische Zersetzung erlitt; durch solche Prozesse ward eine ganz ausserordentliche Menge von Zersetzungsprodukten, namentlich Zersetzungsschlamm erzeugt, aus welchen sich dann oft durch tief eingreifende Veränderungen andere Gesteine bildeten.

Hierher gehört in erster Linie die Verwitterung der feldspathhaltigen Gesteine, und namentlich ist es der Orthoklas, der durch seine Zersetzung das schätzenswerthe Material des Kaolins beschafft. Nach Fuchs, Forchhammer besteht die Porzellanerde in ihrer reinsten Form als zweiwasserhaltige zweifach-kieselsaure Thonerde ($\ddot{A}l\,\dot{S}i^2 + 2\dot{H}$) und ist entstanden, indem dem Orthoklas ($\ddot{A}l\,\dot{S}i^3 + \dot{K}\,\dot{S}i^3$) vierfach kieselsaures Kali entzogen wird und die rückständige zweifach-kieselsaure Thonerde zwei Atom Wasser in sich aufnimmt.

Bei diesem Zersetzungsprozess ist nicht allein das Wasser thätig, sondern in sehr hohem Grade die mit demselben verbundene Kohlensäure, indessen ist auch der Beweis geliefert worden, dass selbst Wasser von hoher Temperatur im Stande ist den Orthoklas vollständig zu zersetzen.

Da jedoch dem Wasser ungemein viel Gelegenheit geboten wird Kohlensäure in sich aufzunehmen, so erscheint es in dieser Verbindung als die Hauptursache der Kaolinisirung der Feldspathe.

Mit diesem Prozess steht selbstverständlich die Zerstörung der Granite, der Felsitporphyre, der Syenite und der Gneise im innigsten Zusammenhang.

Einer ähnlichen Zersetzung unterliegen die Phonolithe und liefern eine weiche, weiss, gelblich oder grau gefärbte homogene Masse, welche theils an Kaolin, theils an Thon erinnert.

Neben dem Feldspath sind es Leuzit, Augit, Pyroxen und Amphibol, welche ihrer leichten Zersetzbarkeit wegen tief eingreifende Zerstörungen

Digitized by Google

derjenigen Gesteine bewirken, in welchen sie als vorwaltende Gemengtheile auftreten. Leuzitporphyre haben vielfach an der Kaolinbildung theilgenommen, während Diabas, Dolerit, Basalt vermöge ihrer mineralischen Gemengtheile (Labrador Pyroxen) besonders auffallenden Zerstörungen unterworfen sind und häufig eine gänzliche Auflösung erfahren; das Produkt ist dann eine eisenschüssige, thonige, braune, schmutziggrüne oder gelbe Masse, oder basaltischer Lehm.

Der Grad der Verwitterung der Gebirgsgesteine wird theils durch ihre chemischen Bestandtheile, theils durch ihre Strukturverhältnisse bedingt. Sehr dichte und harte, in Wasser unauflösliche Gesteine werden in der Regel auch sehr wenig von der Luft verändert und heissen desshalb luftbeständig. Blätterige, schiefrige, faserige, körnige und erdige zerfallen leichter, je lockerer ihr Zusammenhang ist und je mehr Zwischenräume sie enthalten, indem in diese die atmosphärische Luft und das Wasser leichter Zugang findet. Die Gemengtheile mancher Gesteine verlieren, der Einwirkung der Luft ausgesetzt, ihr gebundenes Wasser und ihre Kohlensäure und zerfallen darauf zu Pulver, andere ziehen dagegen Wasser an und zerfliessen oder zerbröckeln.

Zum Verfallen werden die Gesteine aber auch gebracht durch die mechanische Einwirkung des Wassers, durch Temperaturdifferenzen und endlich durch die Vegetation.

Im Laufe von vielen Jahrtausenden hat das Wasser oft in die festesten Felsmassen tiefe Furchen eingegraben, wo nur Tropfen für Tropfen das mühsame Werk der Abnagung übernahm; da aber, wo gewaltige Fluthen, grosse Felsblöcke, Gesteinstrümmer, Sand und Schlamm mit sich reissend, ihre mechanische Zerstörung ins Werk setzten, da gaben winzige Felsenspalten die Veranlassung mächtige Durchbrechungen (Erosionen) zu erzeugen, und noch gegenwärtig übernimmt, besonders im Frühjahre, das Wasser die Umgestaltung der von den Gebirgen abstürzenden Felsmassen in Geröllen und Geschieben von den grössten bis zu den kleinsten Dimensionen, die schliesslich zu Sand ja zu Schlamm verarbeitet werden. Die mechanische Arbeit des Wassers lässt sich besonders bei grossen Wasserfällen und bei den sogenannten „Klammen“ deutlich an den vielen Wandelungen erkennen, die hier das Gestein durch die wechselreichsten Aushöhlungen erfahren hat.

Auch strebt das Wasser durch Infiltration von Hohlräumen und Spalten das Gestein zu trennen. Sinkt aber die Temperatur bis zum Gefrierpunkt, tritt somit Eisbildung ein, so vergrössert nicht nur das Wasser sein Volumen, sondern es ziehen auch die entstehenden Eiskrystalle die umliegenden Wassertheile mit grosser Kraft an sich und treiben in folge dessen das Gestein auseinander.

Die oft in weiten Grenzen sich bewegenden Temperaturverhältnisse, bei denen sich alle Körper entweder ausdehnen oder zusammenziehen, be-

Digitized by Google

wirken auf die ganze Tiefe der Gesteine, in welcher diese Temperaturveränderungen sich geltend machen können, eine Lockerung, der alle Gesteine an ihrer Oberfläche mehr oder weniger unterworfen sind; bei Inangriffnahme von Steinbrüchen müssen daher die obersten Schichten, als sogenannter „Abraum", beseitigt werden, um so mehr weil sie meistens auch durch die Einwirkung des Wassers und des Frostes alterirt sind.

Hier aber verdient erwähnt zu werden, dass einige Gesteine, die von Hohlräumen ganz durchsetzt sind, wie z. B. der Kalktuff, der Witterung trotz ihrer grossen Wasseraufnahmefähigkeit doch grossen Widerstand leisten. Dies lässt sich wohl durch die Annahme erklären, dass der Frost nur auf solche Gesteine nachtheilig einwirkt, in welchen das Wasser vereinzelte Spalträume und Höhlungen findet; sind aber solche Hohlräume in der ganzen Masse des Gesteins ziemlich gleichmässig vertheilt, so hebt sich der Druck des Eises in den einzelnen Höhlungen auf.

Selbst die härtesten, den besprochenen Zerstörungen wenig unterworfenen Gesteine werden hauptsächlich durch die Vegetation angegriffen und endlich zum vollständigen Zerfallen gebracht; namentlich sind es zuerst die Moose und Flechten, welche die Gesteine mittelst einer von ihnen ausgeschiedenen Säure oder durch die bei ihrer Verwesung entstehende Humussäure angreifen. Gleichzeitig verbindet sich aber auch der aus der Atmosphäre niederfallende Staub mit dem aus den Moosen und Flechten entstehenden Humus zu einer dünnen Erdschicht; diese hält dann das Wasser besser zurück und es finden sich nach und nach andere kleinere und grössere Pflanzen ein. Die Wurzeln, welche sich nicht allein in die Länge, sondern auch in die Dicke ausdehnen, wirken hierbei als Keile und treiben das Gestein auseinander, andererseits sondern Wurzeln und Pflanzen Säuren ab, von welchen manche Gesteine, namentlich die zu den Kalksteinarten gehörenden, aufgelöst und zum Zerfallen gebracht werden. Das Wasser dringt dabei immer tiefer ein, gefriert, treibt die Gemengtheile der Steine auseinander und bewirkt unter weiterer Beihülfe der Vegetation, dass nach Jahrhunderten selbst die härtesten Gesteine in Erde zerfallen, und vielfache Ruinen weisen solche Zerstörungen nach.

Um Gesteine auf chemischem Wege in bezug auf ihre Frostbeständigkeit zu prüfen, wurde von Herrn Brard[1]) ein Verfahren angegeben, durch welches er den Widerstand der Steine gegen Frost auf kürzerem Wege zu ermitteln glaubte, indem er annahm, dass durch die Auskrystallisirung eines anderen Körpers, als des blossen Wassers in der Steinmasse, die gleiche oder fast dieselbe Wirkung hervorgebracht werden müsse und sich daher auch nach Massgabe dieser Wirkung die Frostbeständigkeit des Steines ermitteln lasse. Da die gewöhnlich vorkommenden, im Wasser sich

[1]) Brard, Manuel du Minéralogiste et Minéralogie appliquée aux arts.

Digitized by Google

leicht auflösenden Salze die tauglichsten Mittel hierzu wegen ihrer Krystallisirbarkeit schienen, so glaubte er sie empfehlen zu können.

Vor anderen dieser Salze hält man wegen vorzüglicher Krystallisirbarkeit, auch weil es sehr wohlfeil ist, das Bittersalz tauglich. Man wählt eine vollkommen gesättigte Lösung und bringt in diese die zu untersuchenden Steine, denen man am besten eine Würfelform geben lässt, weil sich an den scharfen Kanten die Spuren der Abtrennungen von Steintheilchen am deutlichsten zeigen. Man kocht hierauf die Flüssigkeit ungefähr ½ Stunde lang und nimmt die Steinwürfel heraus, hängt sie an Fäden freischwebend auf, setzt unter jeden ein besonderes Gefäss mit einem Theil der Flüssigkeit, worin alle gekocht wurden und welche man vorher sich setzen lässt, um sie rein abgiessen zu können. An den freischwebenden Steinen bilden sich bei trockner und nicht kalter Witterung in der Zeit von 24 Stunden kleine Salzkrystalle aus. Nun taucht man dieselben in die untergestellten Gefässe und wiederholt dies so oft, als sich noch ein Beschlag von solchen Krystallen erzeugt. Es ist im ganzen eine Prüfung von 5 Tagen nothwendig. Der Verlust von Steintheilchen, welchen jeder untersuchte Stein dadurch erleidet, bekundet sein grösseres oder geringeres Vermögen, den Wirkungen der Auskrystallisirung zu widerstehen. Die abgelösten Theilchen werden sich in jedem untergestellten Gefässe finden, und ein Vergleich der Quantitäten dieser Ablösungen wird den Massstab geben, jeden untersuchten Steinwürfel in hinsicht auf Frostbeständigkeit zu beurtheilen, um so zuverlässiger, wenn man gegen den Frost anerkannt dauerhafte Steine mit zur Probe heranzieht.

Herr Hofrath Fuchs, bekannt wegen seiner Preisschrift über Kalk und Mörtel, will von diesem Verfahren nichts wissen und sagt: „Ich habe darüber mehrere Versuche angestellt, muss aber gestehen, dass mich die Zeit reut, welche ich darauf verwendet habe, so wenig haben mich bis jetzt die Resultate derselben befriedigt. Durch das an den Steinen krystallisirende Klaubersalz, dessen Wirkung keineswegs kongruent ist mit den abwechselnden Wirkungen des Frostes und der Wärme, erfahren wir nicht mehr, als was uns der Fingernagel, das Wasser, der Hammer oder ein gehörig angebrachter Druck vor und nach dem Erweichen der Steine im Wasser auch sagte, und es ist gar nicht nöthig, jenen Umweg zu machen und jenes auch blos mechanisch wirkende Mittel zu gebrauchen, was zwar vornehmer aussieht, aber weit umständlicher anzuwenden ist. Ich hoffe nicht, dass man sich mit dieser Sache, die gegenwärtig (1829) sehr viel Aufsehen macht, auch, wie mit dem Loriot'schen Mörtel seligen Andenkens, ein halbes Jahrhundert beschäftigen werde, um zur Einsicht zu gelangen, das damit Nichts gewonnen ist. Bemerken muss ich hierbei noch, dass manchmal Steine, insbesondere Marmor, nach sehr kalten Winternächten zerspringen, wenn sie am Tage durch die Sonne erwärmt werden."

Digitized by Google

Ausserdem, dass die Gebirgssteine auf die eben beschriebene Weise den Keim ihrer Verwitterung in sich aufnehmend, nach und nach zerfallen, worüber freilich bei manchen Jahrhunderte vergehen, werden sie auch noch mechanisch zerstört durch Kräfte, die stossend, schiebend und drückend auf sie wirken können; dann bestimmt sich der Widerstand durch die erprobte Festigkeit des Materials.

Klassifiziren wir die Gebirgsgesteine nach ihrer Verwitterungsfähigkeit, so möchte folgende Reihe aufzustellen sein; am langsamsten verwittern schlackige Laven, etwas schneller Porphyre, Quarz, Kieselschiefer, Marmor, Dolomit, Kreide, Gyps, Basalt und alle zu letzterem gehörenden Gesteine; schneller Granit, Phonolith, Gneis, Glimmerschiefer, Syenit, Diorit, Thonschiefer und Grauwacke; am schnellsten Sandstein, Mergel, Basalttuff und Kalktuff.

Es würden somit die Felsgesteine, die ein gutes Material zum Bauen liefern sollen, zuerst in Hinsicht ihrer chemischen Natur, ihrer Gemengtheile sowohl, wie der vorkommenden Einmengungen, dann in Hinsicht auf ihren physischen Zustand, in dem sie sich befinden, genau zu untersuchen sein, und wird man dann allgemeine Schlussfolgerungen auf ihre grössere oder geringere Dauer ziehen können. Jedoch ist bei solchen Betrachtungen und Untersuchungen leicht eine Täuschung möglich, weil die Dauer eines Steines nicht blos von seinen Bestandtheilen und deren Verhältnissen, sondern auch von seinem Aggregatszustande abhängt. Dasselbe Gestein kann, je nachdem es aus verschiedenen Steinbrüchen kommt, auch verschiedene Eigenschaften haben, ja selbst in ein und demselben Bruche findet man gegen die Dauer sich verschieden verhaltende Massen, wie dies die Erfahrung vielfach gelehrt hat, und streng genommen möchte diese immer der sicherste Massstab in Hinsicht auf die Wahl eines dauerhaften Gesteines bleiben. Zur Vorsicht lässt man wohl, um sich zu vergewissern, ob ein Baustein der Einwirkung der Witterung trotze, denselben mehrere Winter hindurch den Einflüssen von Regen, Schnee und Eis ausgesetzt; im falle des Vorhandenseins von feinen Haarrisschen wird dann eine bemerkbare Erweiterung derselben wahrzunehmen sein, wenn nicht die Zersprengung des ganzen Steins erfolgt sein sollte.

Um der Verwitterung der in der Natur vorkommenden Gesteine entgegenzuwirken, schleift und polirt man deren Oberflächen wohl und sucht hierdurch das Eindringen des Wassers in sie — so viel wie möglich — zu verhindern. Verwendet man Oel beim Schliff, so werden die in dem Steine vorhandenen Poren sich vollständig schliessen; es entsteht eine Art Oelkitt, welcher der Oberfläche nicht allein ein schönes Ansehen gewährt, sondern dieselbe auch gegen Verwitterung schützt. Einen ähnlichen Schutz gewährt die Silikatisation der Gesteine[1]). Andere Methoden, Gesteine gegen

[1]) Siehe Wasserglas.

Digitized by Google

Verwitterung zu schützen, sind von Dent & Brown und von Church in England vorgeschlagen worden.

Die Ersteren schlagen vor, auf den zu konservirenden Stein oxalsaure Thonerde aufzutragen; dieses einfache Verfahren ist anwendbar auf Dolomit, Marmor, auf Kalkstein, Kreide; durch Auftragen von oxalsaurer Thonerde auf Kalkstein lassen sich sogar Lithographiesteine erzeugen, und Kreide, durch oxalsaure Thonerde imprägnirt, wird hart wie Marmor und nimmt auf der Oberfläche einen schönen Glanz an.

Church konservirt Bausteine, indem er ihre Oberflächen zuerst mit einer Lösung von saurem, phosphorsaurem Kalk behandelt, dann mit einer warm anzuwendenden Barythydratlösung (Barytwasser), endlich mit einer dialysirten Kieselsäurelösung, der allmälig kleine Mengen Natron- und Kaliwasserglas zugesetzt worden sind.

In den Sandsteinbrüchen Saxonia in Neundorf bei Pirna behandelt M. Lewin die Oberfläche der Sandsteine mit einer wässerigen Lösung, welche sämmtliche Poren des Steins mit kiesels. Thonerde erfüllt; nach dem Imprägniren lässt sich der Stein poliren und nimmt ein marmorähnliches Ansehen an[1]). Die betr. Manipulation gestattet auch eine mannigfache Färbung.

In Stuttgart hat man Trottoirsteine aus thonreichen Sandsteinplatten durch Tränken mit Leinöl, Leinölfirniss, Theer etc. gegen Abnutzung mit Erfolg widerstandsfähiger gemacht[2]).

Alle diese Schutzmittel hindern aber nicht nur das Wasser, in die Gesteine einzudringen, sondern auch den Staub, sich fest an die Gesteins-Oberflächen anzusetzen, und hierdurch wird jener Flechtenbildung entgegengearbeitet, die nicht nur ein unschönes Ansehen gewährt, sondern meistens auch die weitere Zerstörung des Gesteins durch Vegetation einleitet.

Unter Festigkeit der Gesteine, überhaupt der festen Körper, versteht man die Kraft, mit welcher dieselben der Trennung ihrer Theilchen widerstehen. Je nach der Art und Weise, auf welche diese Trennung durch äussere Kräfte bewerkstelligt werden will, unterscheidet man verschiedene Festigkeitsarten: Druck-, Zug-, Schub-, Biegungs- und Torsionsfestigkeit. Die Gesteine werden bei Bauten in der Regel so angewendet, dass sie auf Druckfestigkeit angegriffen werden; weit seltener auf Zug-, Schub- oder Biegungsfestigkeit, einfach desshalb, weil sie dem Drucke durchweg viel besser widerstehen, als den übrigen Angriffsarten.

Um die Druckfestigkeit der Steine zu bestimmen, setzt man prismatische Stücke derselben einem, über die Steinflächen gleichmässig vertheilten Druck aus, den man allmählich steigert, bis der Stein zerfällt. Den auf die Flächeneinheit bezogenen Maximaldruck nennt man geradenwegs Druckfestigkeit.

[1]) Dinglers J. 1874. Band 214. S. 89.

[2]) Deutsche Industrie Zeit. 1879. S. 178.

Digitized by Google

Nachdem die Wichtigkeit der Festigkeitslehre in bezug auf Baumaterialien schon frühzeitig anerkannt wurde, hat man sich auch bemüht, Apparate zu konstruiren, um die sogen. Widerstandskoefficienten zu erhalten; die erste Maschine zur Prüfung der Festigkeit der Gesteine, von dem General-Inspector des Brücken- und Chausseebaues Gauthey in Paris erfunden, ist theils aus Holz, theils aus Eisen konstruirt und findet sich abgebildet auf der XII. Tafel des I. Bandes seiner Werke, welche 1809 von Navier herausgegeben wurden; die vielfach hiermit angestellten Versuche sind in einen Aufsatz zusammengefasst, der in dem physikalischen Journal des Abbé Rosiers 1774 abgedruckt ist. G. Soufflot liess bald darauf eine Maschine, ganz aus Eisen konstruirt, ausführen, mit der Rondelet (1775) vielfach experimentirte und dieselbe auch in ihrer Konstruktion wesentlich verbesserte; beide Maschinen sind beschrieben und abgebildet in Rondelet's Traité de l'art de bâtir. Livre I. 2. Section. Cap. I. Pl. VII. u. Livre IX. 4. Section Cap. 2.

Von da ab trat in der Ausführung solcher Versuche eine ziemlich lange Pause ein. Bei ihrer Wiederaufnahme in neuerer Zeit bediente man sich zur Ausübung des Druckes fast allgemein der hydraulischen Presse und misst denselben mittelst Hebelwagen, bestehend aus einem doppelten oder mehrfachen, oder nur aus einen einfachen Hebel mit grosser Uebersetzung.

Zu ersterer Klasse solcher Festigkeitsmaschinen mit hydraulischer Presse und mehrfachem Hebel zur Abwiegung gehört vor Allem die grosse Kirkaldy'sche Maschine in London, dann zählen hieher alle die kleinen englischen oder nach englischen Mustern gebauten Festigkeitsmaschinen, ebenso die in Grafenstaden für die k. k. Eisenbahndirektion in Strassburg gebaute, welche erst neuerdings in der „Zeitschrift für Baukunst" 1878 4. Heft abgebildet und beschrieben wurde. Bei der Desgoffe'schen Maschine, welche sich in ausführlicher Darstellung und Beschreibung mitgetheilt von F. C. Glaser in der schweizerischen Polytechnischen Zeitschrift 1870 p. 69 befindet, wird die ausgeübte Kraft durch eine Quecksilbersäule gemessen.

Zur zweiten Klasse der Festigkeitsmaschinen mit hydraulischer Presse und einfachem Hebel zum Abwiegen der ausgeübten Kräfte gehört bis jetzt allein die vom Direktor der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Nürnberg Klett & Co. und J. L. Werder konstruirte und von jenem Etablissement gebaute Maschine.

Die Werder'sche Maschine, die ohne Zweifel unter den bis jetzt bekannten den ersten Rang einnimmt und die in Kronauer's Zeichnungen von Maschinen etc. Band IV. Lieferg. 7—8 abgebildet und beschrieben ist, gestattet Versuche über die Festigkeit der Körper gegen Zerreissen, Zerdrücken, Abscheeren, Abbrechen, Abdrehen und Zerknicken. Die dazu verwendete Kraft beträgt im Maximum 100 Tonnen (à 1000 Kilogr.).

Digitized by Google

Neuerdings ist die Werdersche Maschine mit Messinstrumenten versehen worden, welche zur Bestimmung der Gestaltsveränderungen der Probestücke dienen; eine genaue Beschreibung und Abbildung hiervon befindet sich in der Brochüre: Essais de Résistançe de fontes feres et açiers de l'usime de Reschnitza, faits au laboratoire de l'école polyt. de Munic. Vienne édité par la Soçiété autrichienne de chemins de fer de l'état.

Die nachstehenden Figuren 1 und 2, welche ein Bild des Haupttheiles der Maschine und derjenigen Vorrichtungen geben sollen, die zur Prüfung der Zug- und Druckfestigkeit dienen, haben wir nach dem neuesten und vollständigsten Exemplar anfertigen lassen, das sich im Besitze des mechanisch-technischen Laboratoriums[1]) der k. polytechnischen Schule in München befindet.

Fig. 1 ist der Press-Cylinder der hydraulischen Presse der Maschine; in dem Messing-Gussstück b liegen die Cylinder zweier zugehöriger Druckpumpen, die das Wasser mittelst Gummischläuchen aus einem untergestellten Reservoir entnehmen und durch ein, in der Figur nicht sichtbares Verbindungsrohr von Kupfer in den Press-Cylinder drücken. Der 2,6 Zentimeter dicke Kolben der einen Druckpumpe wird durch den Hebel c in Bewegung gesetzt, dessen Uebersetzungsverhältnisse 1 : 4,2 ist, es kann damit ein Mann bequem eine Kraft von 20 Tonnen am Presskolben ausüben. Darüber hinaus, wird der Hebel d mit dem Uebersetzungs-Verhältniss 1 : 5,5 verwendet, der den nur 0,96 Zentimeter dicken Kolben der zweiten Druckpumpe bewegt; mit diesem kann die auszuübende Kraft mit Leichtigkeit auf 90 Tonnen gesteigert werden. Alle bisher genannten Theile sitzen an dem festen Gestelle e der Maschine, das mittelst geeigneter Füsse auf den Fundamentplatten f f ruht.

---

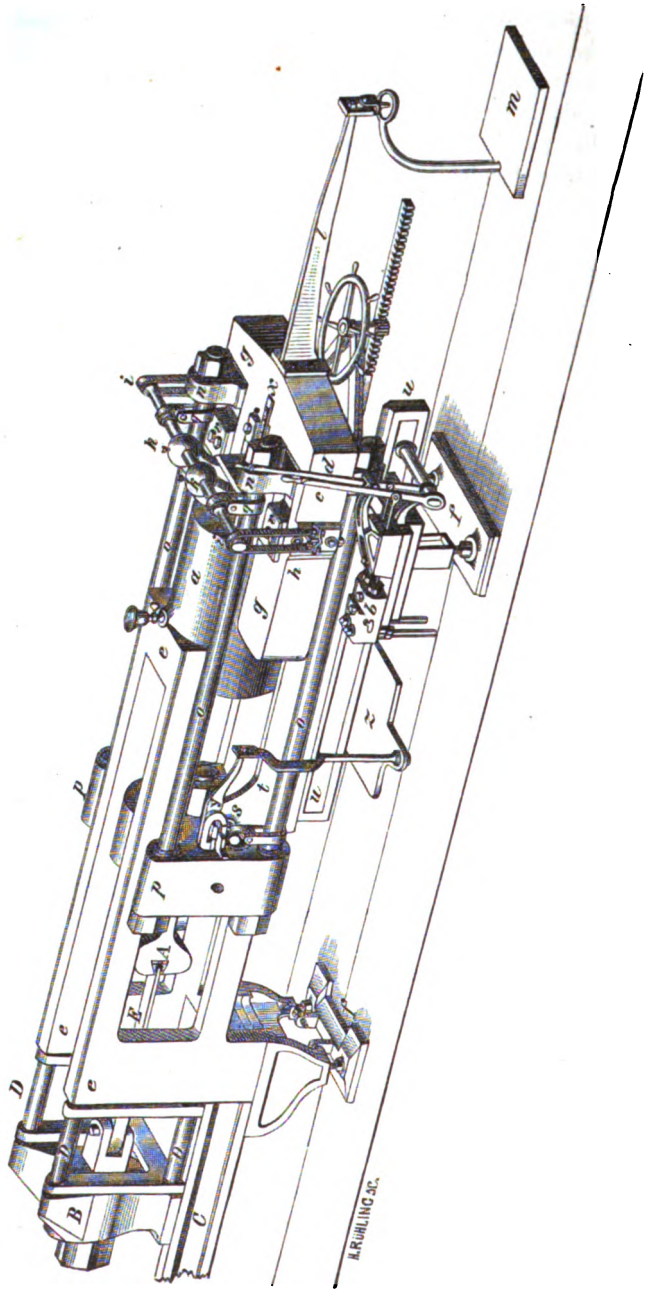
[1]) Bei Gründung des mechanisch-technischen Laboratoriums hatte man zunächst Untersuchungen über die Festigkeit und Elasticität der in der Bau- und Maschinentechnik verwendeten Materialien im Auge, da gerade auf diesem Felde gegenwärtig ein lebhaft gefühltes Bedürfniss nach zuverlässigeren und vollständigeren Versuchsresultaten, als man sie bisher besitzt, besteht.

Die Untersuchungen wurden im Spätherbste 1871 begonnen. Die Resultate aller dieser Arbeiten werden in einzeln fortlaufenden Artikeln, welche die Ueberschrift „Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium der polyt. Schule in München" tragen, in der „Zeitschrift des bayer. Architekten- und Ingenieur-Vereins" sowie in Separat-Ausgaben veröffentlicht werden. Mit diesen höchst interessanten Veröffentlichungen hat die Zeitschrift bereits in Nr. 3, Band IV. (1872) begonnen.

Die nachfolgende Beschreibung der Werder'schen Festigkeitsmaschine ist ein für den Verfasser dieses Buches dankbar acceptirter Beitrag von seinem hochgeehrten Kollegen, dem Herrn Professor Bauschinger, dem Konservator des mechanisch-technischen Laboratoriums, in weitesten Kreisen bekannt durch die Herausgabe seiner grafischen Statik etc. Im mechanisch-technischen Laboratorium werden auch solche Materialien geprüft, welche Behörden oder Privatpersonen zu diesem Zwecke einsenden.

Digitized by Google

Fig. 1.



Digitized by Google

Der Presskolben von 29,2 Zentimeter Durchmesser und 35 Zentimeter Hub trägt an seiner äusseren (rechten) Stirnfläche ein horizontal und senkrecht auf seiner Axe liegendes 36,2 Zentimeter langes, gut gehärtetes Stahlprisma, das rechts eine schmale vertikale Seitenfläche hat. Mit dieser berührt es die Schneide eines zweiten, gleich langen und mit ihm parallel liegenden Prisma's von demselben Material, das zwischen den Schenkeln des U förmigen Wagbalkens g angebracht ist. Dieser Wagbalken ist in zwei, in gerader Linie liegenden Schneiden h, die sich in seinen beiden Seitenflächen befinden, an dem Querarm i i aufgehängt, der durch die Hörner k k gesteckt ist. Letztere sind auf dem Kopfe des Press-Cylinders befestigt, und muss daher der Wagbalken g mit seinem Arme b und der daran hängenden Wagschale m die Bewegungen des Presskolbens mitmachen; dabei ist er um die beiden Schneiden h balancirt, wenn die Wagschale leer ist. Das Einspielen einer auf dem Wagbalken angebrachten Libelle x zeigt den Gleichgewichtszustand desselben an.

In den Schenkeln des U förmigen Wagbalkens g befinden sich zwei, in der Figur sichtbare Schlitze, durch welche die Joche n n hindurchgehen, welche zwei Paare von Zugstangen o an ihrem einen Enden mit einander verbinden; die anderen Enden sind in dem Querstück p von Gusseisen festgemacht. Das so gebildete Doppel-Parallelogramm ist einerseits, rechts, mittelst der Ringe und Zäune q an dem Querarm i i aufgehängt, andererseits, links, mittelst gleicher Vorrichtungen r an Zapfen s, die an den Wangen t eines Schlittens festgemacht sind, dessen Bahn u an dem Gestelle der Maschine sich befindet. Der Schlitten ist auf der vorderen, rechten Seite mit dem Kopfe des Presskolbens verbunden und macht also dessen Bewegungen mit; das Gleiche gilt folglich von dem obigen Doppelparallelogramm mit dem Querstück p, welche, wie oben beschrieben, am Presskolben und dem an ihm befestigten Schlitten freischwebend aufgehängt sind. Die Joche n n gehen frei durch die erwähnten Schlitze hindurch; aber auf ihrer, nach links gekehrten Stirnfläche tragen sie horizontal liegende Stahlprismen, die mit einer schmalen, vertical gerichteten Seitenfläche die Schneiden von zwei parallel dazu liegenden Prismen v v von gleichem Material berühren, welch' letztere in den Schlitzen an dem Wagbalken g festgemacht sind. Das letztere Paar Schneiden muss mit dem oben schon erwähnten Paar h h, an denen der Wagbalken aufgehängt ist, in einer geraden Linie liegen.

Wenn nun der Presskolben der hydraulischen Presse durch die Wirkung der Kraft, welche an eine der beiden Druckpumpen thätig ist, von links nach rechts geschoben wird, so drückt er mit dem an seiner Stirnfläche befindlichen Stahlprisma gegen das zwischen den Schenkeln des Wagbalkens g liegende, welcher Druck von dem Wagbalken mittelst der Prismen v v in den Schlitzen auf die Joche n n und von diesen mittelst

Digitized by Google

der Zugstangen o auf das Querstück p übertragen wird; diese Uebertragung geschieht offenbar, ohne dass ein merklicher Verlust durch Reibung oder dergleichen Widerstände entsteht. Vom Querstück p aus wird die, von der hydraulischen Presse ausgeübte Kraft entnommen und zu den verschiedenen Festigkeitsproben verwendet, wie das weiter unten für einige Fälle näher beschrieben werden soll. Vorher müssen wir noch zeigen, auf welche Weise bei jener Uebertragung der Kraft vom Presskolben auf das Querstück p die Grösse derselben bestimmt wird. Es geschieht das in ebenso einfacher als sinnreicher Weise:

Die mittlere, zwischen den Schenkeln des Wagbalkens g liegende Schneide liegt mit den vorhin erwähnten beiden Schneidepaaren h h und v v nicht in einer geraden Linie, sondern etwas tiefer. Bei jener Uebertragung der Kraft wird folglich der Arm b des Wagbalkens zu heben gesucht, welchem Bestreben durch Gewichte, welche auf die Wagschale m gelegt werden, entgegengetreten wird. Dabei bildet der Wagbalken einen Winkelhebel, dessen einer Arm die Entfernung der mittleren Schneide von der geraden Linie ist, in welcher die oben genannten beiden Schneidepaare liegen, während der andere eine Länge hat, gleich der Entfernung der Schneide, an der die Wagschale m hängt, von der Vertikalebene, in welcher jene fünf Schneiden liegen. Das Verhältniss dieser beiden Hebelarme ist 1 : 500 und sind daher die, in die Wagschale m gelegten Gewichte, welche die Libelle x zum Einspielen bringen, mit 500 zu multipliziren, um die vom Presskolben ausgeübte und auf das Querstück p übertragene Kraft zu erhalten; ein Kilogramm hat also den Werth von einer halben Tonne u. s. w.

Jenes Uebersetzungsverhältniss ist so gross, dass die geringste Aenderung in der Grösse des kleinen Hebelarms einen bedeutenden Fehler verursachen müsste; es ist deshalb nothwendig, die Richtigkeit der oben beschriebenen Wiegevorrichtung von zeit zu zeit zu kontroliren und ein Mittel zu besitzen, sie nöthigenfalls wieder herstellen zu können. Dieses Mittel besteht darin, dass das Prisma, an dem sich die mittlere Schneide befindet, in vertikaler Richtung verstellbar ist. Es ist von oben und unten durch je ein Paar Tatzen gehalten, von denen eine bei w sichtbar ist, und an denen sich die erforderlichen Schrauben zur Korrektion der Stellung jener Schneide befinden. Die Kontrole eines so grossen Uebersetzungsverhältnisses, wie das hier angewandte, kann begreiflicherweise nur wieder durch Wiegen ausgeübt werden. Dazu dient eine Wage, welche aus zwei, zu beiden Seiten der Maschine liegenden Winkelhebeln y besteht, welche gemeinschaftlich die Wagschale z tragen. Jeder Winkelhebel y hat zwei vertikal übereinander liegende Schneiden, deren Entfernung den kleinen Hebelarm bildet, und eine dritte, an welcher die Wagschale hängt. Das Uebersetzungs-Verhältniss ist 1: 10 und kann mit der erforderlichen Ge-

Digitized by Google

nauigkeit hergestellt werden. Die obere von jenen beiden vertikal übereinander liegenden Schneiden stützt sich gegen ein festes Widerlager, das durch ein Stück gebildet wird, welches an den schon erwähnten Wangen t des Schlittens befestigt ist. Wenn folglich auf der Wagschale z Gewichte liegen, so drückt die untere von jenen beiden Schneiden gegen ein, am Querstück p festgemachtes Stück. Dieser Druck wird durch die Zugstangen o und die Joche n auf den Wagbalken g übertragen, der sich dabei mit der mittleren Schneide gegen den nun feststehenden Presskolben stützt. Dadurch wird der Arm l ebenfalls gehoben, und wenn auf die Wagschale m Gewichte gelegt werden, bis die Libelle x wieder zum Einspielen kommt, so müssen diese Gewichte offenbar den 50. Theil der auf z liegenden betragen, wenn das zu kontrolirende Uebersetzungs-Verhältniss 1 : 500 richtig sein soll.

In Fig. 1 ist zugleich mit den bisher beschriebenen Haupttheilen der Maschine die Vorrichtung dargestellt, welche zur Prüfung der Zugfestigkeit der Körper dient. An dem Querstück p, das durch die hydraulische Presse von links nach rechts gezogen wird, ist ein Kopf A befestigt und ein zweiter ganz gleicher, der in der Figur jedoch durch das Gestelle e verdeckt wird, auf die nämliche Weise in dem Kreuzkopf B, der auf Schienen C steht, welche die Fortsetzung des Gestelles der Maschine bilden. Der Kreuzkopf stützt sich, je nach der Länge des zu prüfenden Stückes, entweder direkt oder durch Vermittelung eingeschalteter Sattel D, die gleichfalls auf den Schienen C stehen, gegen das Gestelle e. Das zu prüfende Stück E, ein Stück Flacheisen z. B., wird in den Mäulern der Köpfe A durch gezahnte Keile festgehalten.

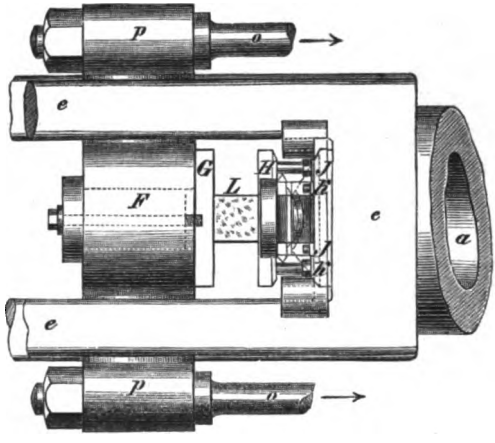
Die Vorrichtung, welche zur Prüfung der Druckfestigkeit der Körper dient, ist in Fig. 2 in der Ansicht von oben abgebildet. Die schon beschriebenen Theile der Maschine sind in dieser Figur mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet, wie in der vorigen. a ist der Presszylinder der hydraulischen Presse, e das feste Gestell, p das gusseiserne Querstück, welches durch die Presskolben durch Vermittelung der Zugstangen o in der Richtung der Pfeile gezogen wird. An diesem Querstück ist nun der dem Presszylinder zugekehrte Seite desselben vermittelst des Schraubenbolzens F eine gut abgehobelte Platte G befestigt. Derselben gegenüber befindet sich eine zweite Platte H, deren linke, jener ersten Platte zugekehrte Fläche gleichfalls vollständig eben ist, auf ihrer Rückseite dagegen trägt sie einen Kugelabschnitt, mit dem sie sich in die schlüsselförmige Vertiefung einer dritten Platte J stützt, die sich ihrerseits wieder in das Gestell e der Maschine oder an den Rücken des Presscylinders a anlegt. Die Platte H ist mit Ohren an den federnden Winkeln k k, die an der Platte J befestigt sind, aufgehängt; sie kann sich folglich an dem vorhin beschriebenen Kugelgelenk etwas drehen. Wenn also der zu prüfende

Digitized by Google

Körper, ein Steinwürfel L z. B., zwischen die Platten G und H gebracht wird, so kann sich die Platte H von selbst so einrichten, dass die betreffenden beiden einander gegenüberliegenden Seitenflächen des Würfels vollständig an den ebenen Flächen der Druckplatten G und H anliegen.

Die Resultate, welche man auf diese Weise für die Druckfestigkeit der Steine erhält, sind von mannigfaltigen Umständen abhängig. Die vorhin hervorgehobene Beweglichkeit der einen von beiden Druckplatten ist durchaus erforderlich, aber nicht bei allen Versuchen, die bekannt gemacht worden sind, vorhanden gewesen. Ebenso ist die Abgleichung und Parallelrichtung der breiten gedrückten Stirnflächen des Probestückes von grösster Wichtigkeit; Beilagen von weichen Körpern, Blei- oder Filzplatten etc. ersetzen eine solche genaue Bearbeitung der Probestücke nie und hat selbst Einfluss auf das Resultat, das je nach der Beschaffenheit dieser Beilagen und der Probesteine selbst wieder verschieden ist. Desshalb sind Resultate über die Druckfestigkeit von Gesteinen, die von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Maschinen erhalten worden sind, nur miteinander vergleichbar, wenn alle jene Umstände in gleicher Weise berücksichtigt worden sind.

Fig. 2.



Aus der grossen Zahl der über die Festigkeit und Elasticität der Steinmaterialien in den letzten Jahren von Prof. Bauschinger angestellten Versuche sind in nachstehenden Tabellen einzelne Resultate zusammengestellt, welche den Mittheilungen aus dem mechan. techn. Laboratorium entnommen wurden.

Digitized by Google

Zugfestigkeit der Steinmaterialien.

Bezeichnung der Baumaterialien.	Richtung des Zuges gegen das natürliche Lager	Zugfestigkeit (Zerreissungskraft) α_0	Festigkeits-Koefficient (zulässige Spannung) α	Elastizitäts-Koefficient (— Modul) ε (innerhalb α)
		in Kilogrammen pro qcm.		
Schwarz-weisser Granit von Hauzenberg bei Passau	∥ zum Lager	44,5	4,5	510 000
	⊥ - -	32,5	3,0	270 000
Gelblicher Granit von Fürstenstein bei Passau	∥ zum Lager	22,0	2,2	150 000
	⊥ - -	19,0	1,9	120 000
Grünstein von Ottendorf bei Ludwigstadt in Oberfranken	⊥ zum Lager	50,0	5,0	—
Muschelkalk von Randersacker oberhalb Würzburg	—	27,0	2,7	—
Dolomit von Lohstadt bei Kehlheim	∥ zum Lager	15 u. 33	1,5 u. 3,3	435 000
	⊥ - -	32 u. 36	3,2 u. 3,6	400 000
Weisser Bausandstein von Coburg	∥ zum Lager	4,2; 3,6 5,5; 3,6	i. M. 0,4	—
Grünsandstein von Kapfelberg bei Kelheim	∥ zum Lager	12,5	1,2	120 000
Sehr hart gebrannte Maschinenziegel a. d. Münchener Actienziegelei	—	5,0—6,4	0,5—0,6	—
Desgleichen sehr weich	⊥ zu d. Fasern	4,0—6,0	0,4—0,6	—
Trottoirsteine (Klinker) v. A. Wenz (vorm. Eckhardt) in Grosshesselohe, I^e Qual.	—	20	2,0	—
Perlmooser Portland-Cement: Prismen nach 60 tägiger Erhärtung aus reinem Cemente	—	10	1,0	—
do. 1 Thl. Cem. u. 1 Thl. Sand	—	14	1,4	—
do. 1 - - - 2 - -	—	13	1,3	—
do. 1 - - - 4 - -	—	10,5	1,0	—

Digitized by Google

Druckfestigkeit der Steinmaterialien.

Bezeichnung der Baumaterialien.	Richtung des Druckes gegen das Lager	Druckfestigkeit (Zermahlungsgewicht) β_0	Festigkeitskoefficienten 1. Unter den günstigsten Umständen β	2. Bei geringen Erschütterungen β	3. Bei starken Erschütter. u. dünnen Pfeilern β	Elastizitätskoefficient ε ad 1.	ε ad 2.	ε ad 3.
		in Kilogrammen pro qcm.						
Schwarz-weisser Granit v. Hauzenberg b. Passau	⊥ zum Lager	1020	100	50	25	413450	441250	458[illegible]
	∥ - -	1030				490000	490000	490[illegible]
Gelblicher Granit v. Fürstenstein b. Passau	⊥ - -	850—1000	92,5	45	22,5	184000	184000	184[illegible]
	∥ - -	880—990	93,5			288000	288000	288[illegible]
Grünstein v. Ottendorf b Ludwigstadt	⊥ - -	1070—1970	100—190	50—95	25—45	—	—	—
	∥ - -	1720 u. 1400	170—140	85—70	30—35	—	—	—
Muschelkalk von Randersacker	—	440	44	22	11	—	—	—
Dolomit von Lohstadt bei Kehlheim	⊥ zum Lager	980—1110	98—111	49—55	24—27	560000	560000	560[illegible]
	∥ - -	1090—1280	109—128	54—64	27—32	530000	530000	530[illegible]
Weisser Bausandstein von Coburg	⊥ - -	316	32	16	8	—	—	—
	∥ - -	262	26	13	6	—	—	—
Grünsandstein v. Kapfelberg bei Kehlheim	⊥ - -	310	31	15	7	86000	86000	86[illegible]
	∥ - -	255	25	12	6	100000	100000	134[illegible]
Molassesandst. v. Grünten bei Immenstadt	⊥ - -	1470	147	70	35	—	—	—
Klinker v. Wenz in Grosshesselohe I[a] Qual.	—	720	72	36	18	—	—	—
Gewöhnliche Mauerziegel a. d. Fabrik Wienerberg bei Wien	—	187	18	9	4,5	—	—	—
Ebendaher Maschinenziegel mit der Hertel'schen Maschine erzeugt	—	230	23	11	5	—	—	—
Gewöhnl. Ziegelmauerwerk verbunden durch Mörtel v. 1 Thl. Perlmooser Portlandcement u. 3 Thl. feinem Isarsand nach 90 tägiger Erhärtung	⊥ z. d. Lagerfl.	95	9,5	4,0	2,0	—	—	—
Desgl. mit Mörtel v. 1 Thl. Perlmooser hydraulischem Kalk u. 3 Thl. fein. Isarsand	⊥ - - -	61	6,1	3,0	1,5	—	—	—
Desgl. mit gewöhnl. Luftmörtel von 1 Thl. Kalk u. 3 Thl. Sand	⊥ - - -	51	5,0	2,5	1,2	—	—	—
Perlmooser Portlandcement: Würfel nach 100 tägiger Erhärtung aus reinem Cemente	—	211—258	21—25	10—12	5—6	—	—	—
Desgl. 1 Thl. Cemt. u. 1 Thl. Sand	—	216—239	21—23	10—12	5—6	—	—	—
- 1 - - - 2 - -	—	185—202	18—20	9—10	4,5—5	—	—	—
- 1 - - - 4 - -	—	160—163	16	8	4	—	—	—
Gut erhärteter Luftmörtel (nach älteren Versuchen)	—	36—80	3,6—8	1,8—4	0,9—2	—	—	—

Digitized by Google

Schubfestigkeit der Steinmaterialien.

Bezeichnung der Materialien.	Richtung der Abschubfläche gegen das Lager	Schubfestigkeit (Abscheerende Kraft) γ_0	Festigkeits-Coefficient γ unter den günstigsten Verhältnissen.
		in Kilogrammen pro qcm.	
Schwarz-weisser Granit von Hauzenberg	⊥ zum Lager	93 u. 127	9,3 u. 12,7
	∥ - -	109 - 90	10,9 - 9
Gelblicher Granit von Fürstenstein bei Passau	⊥ - -	82 - 100	8,2 - 10
	∥ - -	60 - 75	6,0 - 7,5
Grünstein von Ottendorf bei Ludwigstadt	⊥ - -	90 - 66	9,0 - 6,6
	∥ - -	78 bis 159	7,8 bis 15,9
Muschelkalk von Randersacker	—	51 u. 65	5 u. 6,5
Dolomit von Lohstadt	⊥ zum Lager	64 - 55	6,4 - 5,5
	∥ - -	78 - 87	7,8 - 8,9
Bausandstein von Coburg	⊥ - -	16	1,6
	∥ - -	13	1,3
Grünsandstein von Kapfelberg	⊥ - -	32	3,2
	∥ - -	17	1,7
Sandstein vom Grünten bei Immenstadt	⊥ - -	150	15
Rother Sandstein von Sulz am Neckar	⊥ - -	75	7,5
Gelber Sandstein von Zapfendorf bei Bamberg	∥ - -	25	2,5
Maschinenziegel aus der Münchener Actienziegelei, sehr hart gebrannt	—	56—66	5,6—6,6
Ebendaher, sehr weich, mit deutlich sichtbarer Faserstructur	∥ aber quer durch die Fasern	16,5	1,6
	Längs der Faserricht.	10	1,0
Klinker von A. Wenz in Grosshesselohe, I^a Qual.	—	38	3,8
Reiner Perlmooser Portl.-Cement nach 60tägiger Erhärtung	—	20 u. 16	2,0 u. 1,6
Desgl. Cementmörtel: 1 Thl. Cement und 1 Thl. Sand	—	34 - 23	3,4 - 2,3
Desgl. 1 Thl. Cement und 2 Thl. Sand	—	30 - 22	3,0 - 2,2
- 1 - - 4 -	—	26 - 19	2,6 - 1,9

Um allgemein gültige Resultate für alle deutschen Techniker zu vereinbaren, hat der Verband deutscher Architekten und Ingenieure eine Kommission gewählt, die aus den Herren Bauschinger, Funk und Hartig bestand. Dieser Kommission lag es ob, sich über eine authentische Klassifikation aller Baumaterialien schlüssig zu machen, und wurden so die

Digitized by Google

folgenden Zahlenwerthe für Steinmaterialien in bezug auf ihre geringste Festigkeit empfohlen:

Für Steinmaterial wurde als Minimaldruckfertigkeit festgesetzt:

		für den qcm. in Kilogr.
für Granit, Diorit, Grünstein, Syenit, Syenit-Granit, Glimmerschiefer u. dgl.	I. Qualität	1600
	II. -	1200
	III. -	1000
	IV. -	800
für Kalksteine, also Marmor, Dolomite, Muschelkalk, Nummulitenkalk u. dgl.	I. -	1000
	II. -	800
	III. -	600
für Sandsteine[1])	I. -	800
	II. -	600
	III. -	200
für Konglomerate und Tuffe	I. -	400
	II. -	250
	III. -	150
für künstliche Steine[2]) und zwar für Klinker	I. -	200
	II. -	160
- - - - - - Ziegel		120
- Cemente und zwar für Portland-Cement langsam bindend	I. Qualität	150
	II. -	110
	III. -	75
- - - - - - rasch bindend	I. -	90
	II. -	75
	III. -	50
- - - - - Roman-Cemente	I. -	10
	II. -	5

Wir betrachten die Untersuchungen über die Festigkeit der Baumaterialien noch lange nicht für abgeschlossen; hierzu ist vor allen Dingen ein gemeinsames Forschen absolute Nothwendigkeit! Die äusserst werthvollen Arbeiten, die vorherrschend in München und Berlin bisher gemacht wurden, sind ein höchst schätzenswerthes Material, nur wäre zu wünschen, dass die gewonnenen Resultate in grösserer Uebereinstimmung sich befänden. Um dies zu ermöglichen, hat die vom Verbande der deutschen

[1]) Mit dem Vorbemerk, dass die Druckfestigkeit der Grauwacke auf 2000 K. für 1 qcm. steigt und dass sie für Molasse, Sandsteine und Findlinge von Buntsandstein bis zu 1500 K. für den qcm. zu setzen ist.

[2]) des Vergleichs wegen hier eingesetzt.

Digitized by Google

Architekten- und Ingenieur-Vereine gewählte Kommission in einer Denkschrift ihre Anschauung über diesen so äusserst wichtigen Gegenstand niedergelegt, und wird auf diese hier verwiesen. Die umfangreichen, in München gefundenen Resultate sind und werden in den Mittheilungen des techn. mechan. Laboratoriums stets veröffentlicht; in gleicher Weise hat Dr. Böhme die von ihm gefundenen Resultate der Oeffentlichkeit zugänglich gemacht.

Zu den älteren Untersuchungen über die Festigkeit der Gesteine gehören die von Rondelet gemachten, und da dieser Forscher gefunden zu haben glaubte, dass die gewöhnlichen Steine von gleicher Gattung, Farbe und gleichartigem Korn in ihrer Festigkeit zunehmen, je grösser ihre spezifische Schwere ist, so ist den Resultaten seiner Versuche das spezifische Gewicht beigesetzt.

Nach Rondelet wurden Würfel von 25 Zentimeter Grundflächen-Inhalt zerdrückt und somit in bezug auf ihre rückwirkende Festigkeit oder den senkrechten Widerstand geprüft:

Steinarten.	Spez. Gewicht.	Kilogr.
Grüner Granit aus den Vogesen	2,85	15487
Grauer Granit aus den Vogesen	2,66	20482
Grauer Granit aus der Bretagne	2,73	16353
Granit aus der Normandie	2,66	17555
Basalt von Stolpen	3,06	47809
Basalt aus der Auvergne	2,88	51945
Röthlicher sehr harter Sandstein	2,52	20337
Weisser Sandstein	2,48	23086
Weicher Sandstein	2,07	2188
Schwarzer flandrischer Marmor	2,72	19719
Weisser Statuenmarmor	2,69	8176
Weisser aderiger Marmor	2,70	7455
Sehr harter römischer Travertino	2,36	7449
Graue Lava aus der Gegend von Rom (Peperino)	1,97	5700
Lava vom Vesuv	2,60	15180
Weiche Lava von Neapel	1,72	4014
Tuff von Rom	1,21	1447
Bimsstein	0,67	1053

Der Widerstand gegen das Zerdrücken der Steine nimmt ab in dem Grade als die Höhe grösser ist wie die Seite der Grundfläche; dies beweisen Versuche von Rondelet mit Steinwürfeln, deren Grundfläche 5 Zentimeter ins Gevierte betrug:

Digitized by Google

Steinarten.	Spez. Gewicht.	Belastung auf eine Fläche von 1 qm. in Kilogr.
1 Steinwürfel von sehr hartem kalkigen Stein . . .	2,388	35404
2 Würfel desselben Steins aufeinander	—	21644
3 Würfel desselben Steins aufeinander	—	19120
1 Würfel eines harten Steins von Bagneux bei Paris	2,255	26600
2 Würfel hiervon übereinander	—	16892
3 Würfel hiervon übereinander	—	15560
1 Würfel harten kalkigen Felsgesteins von Chatillon	2,342	20552
2 Würfel desselben übereinander	—	16040
3 Würfel desselben übereinander	—	15412

Der Widerstand gegen das Zerdrücken der Steine verändert sich aber auch nach der Gestalt der gedrückten Grundfläche, so dass bei gleicher Oberfläche diejenigen Gesteine, welche ein rechtwinkliches Parallelogramm zur Grundfläche haben, unter einem geringern Gewicht zu brechen beginnen, als jene, deren Grundfläche ein Quadrat bildet; endlich dass Steine mit kreisförmiger Grundfläche den grössten Widerstand besitzen.

Die Verhältnisse des Widerstandes für diese drei verschiedenen Arten von Grundflächen werden durch folgende Zahlen ausgedrückt: 703 für das Parallelogramm, 806 für das Quadrat und 917 für den Kreis[1]).

Professor Bauschinger hat nach einer grossen Anzahl von Versuchen mit rechtwinklichen Parallelepipeda und Cylindern aus Sandstein, dann mit rechteckigen Cementplatten von gleicher Dicke, aber verschiedener Länge und Breite, eine Formel für die Abhängigkeit der Druckfestigkeit von der Gestalt des Querschnitts und von der Höhe solcher Körper aufgestellt; Bezeichnet β_o die Druckfestigkeit (Bruchbelastung in Kilogr. pro qcm. des Querschnitts), F die Fläche und den Umfang des Querschnitts in qcm. beziehungsweise zm., h die Höhe des prismatischen oder cylindrischen Probestückes, endlich λ und ν Konstante, die von der Natur des Materiales abhängig sind und durch Versuche bestimmt werden müssen, dann ist

$$\beta_o = \sqrt{\frac{\sqrt{F}}{\frac{u}{4}}\left(\lambda + \nu\frac{\sqrt{F}}{h}\right)};$$

für quadratische Prismen geht diese Formel über in

$$\beta_o = \lambda + \nu\frac{a}{h} = \lambda + \frac{\nu}{\left(\frac{h}{a}\right)}$$

(wobei a die Seite des quadratischen Querschnittes ist)[2]).

[1]) Spätere Versuchsresultate geben: Annales des ponts et chaussées par Vicat. 1833.

[2]) Näheres siehe: „Die experimentellen Untersuchungen über die Gesetze der Druckfestigkeit" in den Mittheilungen aus dem mechan. techn. Laboratorium VI. Heft 1876.

Digitized by Google

Eine Uebersicht der Belastungen, welche die Bausteine einiger berühmten grossen Bauwerke zu tragen haben, giebt nach Rondelet folgende Tabelle.

Bauwerke.	Belastung auf eine Fläche von 1 qm. in Kilogrammen.
Pfeiler der Kuppel der Peterskirche in Rom	163539
Pfeiler der Paulskirche in London	193498
Pfeiler des Invalidenhauses in Paris	147816
Pfeiler des Pantheons in Paris	294290
Säulen der Paulskirche in Rom	197609
Pfeiler des Thurmes der Kirche in St. Mery	294234

Rondelet hat mit seiner Maschine mehr als 900 Versuche, welche an 145 verschiedenen Steinarten ausgeführt worden sind, gemacht; aus den hierbei gemachten Wahrnehmungen stellt er folgende Sätze auf:

1. Gewicht, Stärke, Dauer, Beschaffenheit des Korns und mehr oder minder dichtes Gefüge bei allen Steinarten sind Eigenschaften, welche von einander abhängig zu sein scheinen, und sind die schwersten unter den Gesteinen gleicher Art auch die stärksten und härtesten, haben auch das feinste Korn und das dichteste Gefüge.

2. Die Gesteine von schwärzlicher und bläulicher Farbe sind dauerhafter, als die von grauer, weisser oder röthlicher; und im allgemeinen sind die von mehr heller Farbe weniger stark und weniger schwer. (?)

3. Die Gesteine, deren Korn gleichartig und deren Gefüge gleichförmig ist, sind stärker als diejenigen von vermischtem Korn, obgleich die letztern bisweilen härter und schwerer sind.

4. Die Eigenschaften der Gesteine zeigen sich auch in der Art, wie sie zerdrückt werden; die von feinem Korn, gleichartigem und dichtem Gefüge und diejenigen, welche beim Anschlagen einen hellen Ton geben, zerlegen sich in Plättchen oder Nadeln; die sehr spröden Steine zertheilen sich mit einem Geräusch und verwandeln sich in Staub.

5. Gesteine von weniger feinem Korn, mit einem weniger dichten Gefüge und mit geringem oder keinem Ton beim Anschlagen zerlegen sich in Pyramiden, welche die Flächen der Körper zu Grundflächen haben. Die Spitzen dieser Pyramiden treffen in der Mitte zusammen, und der übrige Theil des Steins verwandelt sich daselbst in Staub. Die beiden andern gegenüberstehenden Pyramiden haben die untere und obere Fläche des Steins zu Grundflächen und treiben die sie umgebenden Flächen auseinander, welche sich durch vertikale Spalten zerlegen.

6. Alle Steinarten erfahren vor dem Zerdrücken und selbst vor dem

Digitized by Google

Spalten eine bemerkbare Verminderung ihrer Höhe; diese Verminderung war bei Steinen, welche sich in Pyramiden zerlegen, beträchtlicher.

7. Wenn die Gesteine eine Höhe haben, welche grösser als das Doppelte der Breite der Grundfläche ist, so spalten sich die Theile zwischen den Pyramiden vertikal und zerlegen sich in Plättchen oder Nadeln.

8. Die spröden Gesteine erfordern zum Spalten weniger Kraft als zum Zerdrücken, dagegen die weichen Gesteine lassen sich eher zerdrücken als spalten.

9. Die Stärken der Gesteine gleicher Art verhalten sich beinahe, wie die Kubikzahlen ihrer Gewichte.

Professor Bauschinger fand diese Gesetze durch seine umfassenden Untersuchungen zum theil bestätigt und stellte den Satz auf:

Die Hauptgestalten der Bruchstücke beim Zerdrücken von Steinmaterial aller Art sind ausnahmslos der Keil und die Pyramide, bez. der Kegel beim Cylinder, deren Grundflächen in den gedrückten Stirnflächen liegen; dann die Platten, welche an den Seitenflächen abgesprengt werden. Bei Prismen oder Cylindern von der Würfelhöhe bilden sich allemal zwei Pyramiden bzw. Kegel, die, von den beiden Druckflächen hineinragend, sich gegenüberstehen und manchmal von ganz gleicher Höhe, öfter aber von verschiedener, manchmal, besonders bei sehr hartem Gestein, von sehr verschiedener Höhe sind. Die Höhe dieser Bruchstücke wird kleiner und kleiner, wenn die Höhe des Probestücks unter die des Würfels herabgeht, und ebenso wird auch ihre Grundfläche, die beim Würfel stets noch gleich der gedrückten Stirnfläche ist, allmälig kleiner. Bei Probestücken, deren Höhe nur noch ungefähr ein Drittel der Würfelhöhe ist, sieht man, wie sich die Seitenplatten zuerst fast ganz ablösen, wie aber der Kern, den sie umgeben, einen mehr und mehr wachsenden Druck recht gut aushält, bis endlich auch er plötzlich zermalmt wird; unter seinen Bruchstücken finden sich dann immer, wenn auch oft nur sehr kleine Pyramiden. Tritt endlich die Höhe der Probestücke bis auf ein Viertel der Würfelhöhe und noch weiter herab, dann gelingt das Zerdrücken auch bei verhältnissmässig geringer Grösse derselben selten mehr und nur dann, wenn es möglich ist, ungeheuer grosse Druckkräfte auszuüben.

Wenn die Höhe der Probestücke über die des Würfels hinauswächst, so behalten die Bruchstücke anfangs noch, bis ungefähr zur 1¼ fachen Würfelhöhe die Pyramiden- bezw. die Kegelform bei wachsender Höhe dieser Gestalten und bei abnehmender Druckfestigkeit bei; allmälig aber gehen die Pyramiden sowohl als die Kegel in Keile über, die schon bei Probestücken von doppelter Würfelhöhe immer auftreten und deren Länge langsam mit der des Probestücks zunimmt, wobei die Druckfestigkeit, wenn auch langsam, doch sicher geringer wird. Bei einer gewissen Grenze, die bei verschiedenen Materialien verschieden sein wird und die bei der Untersuchung von feinkörnigem Sandstein bei der 4—5fachen Würfelhöhe sich

Digitized by Google

fand, hört das Wachsen der Keile in der Länge auf, obwohl das Abnehmen der Druckfestigkeit noch fortdauert; allem Anscheine nach gewinnt bei grössern Höhen die Biegung der Probestücke einen merkbaren Einfluss.

Nach den von Rondelet aufgestellten Widerstandskoefficienten möge hier eine von Professor Winkler aufgestellte Tabelle über die Festigkeit der Bausteine gegen Zug und Druck folgen.

Hierbei bedeutet Z das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 zerreist; D das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 zerdrückt; d das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 bis zur Elastizitätsgrenze zusammendrückt.

No.	Arten der Bausteine.	Z.	D	d	Belastung bei dünnen Pfeilern.
			Kg. p. qcm.	Kg. p. qcm.	Kg. p. qcm.
1	Quarzfels		1300	970	32
2	Hornstein		1200	900	30
3	Syenit		1200	900	30
4	Basalt		1000	750	25
5	Diorit		890	667	23
6	Dolerit		880	660	22
7	Labrador		880	660	22
8	Gneis		870	652	22
9	Serpentin		840	630	21
10	Glimmerschiefer		830	622	21
11	Granit		800	600	20
12	Chlorit		760	570	19
13	Hornblende		740	555	18
14	Porphyr		740	555	18
15	Grauwacke		730	547	18
16	Sandstein		700	525	17
17	Kieselschiefer		670	502	16
18	Rogenstein		660	495	16
19	Dolomit		610	457	15
20	Kalkstein		500	375	13
21	Grauwackenschiefer		440	330	11
22	Marmor		400	300	10
23	Klinker[1])		200	150	5
24	Mauerziegel		80	60	2

[1]) Der Vergleichung wegen in diese Tabelle aufgenommen.

Digitized by Google

Nach Weisbach's Lehrbuch der Mechanik werden Gesteine zerdrückt:

Arten der Bausteine.	Auf qcm. Fläche in Kilogr.
Porphyr	2470
Basalt von der Auvergne	2000
Grauer Granit aus den Vogesen	420
Grüner Granit aus den Vogesen	620
Harter Sandstein	870
Weicher Sandstein	10
Kalkstein, weisser, von feinem Korn	440
Kalkstein, körnig, sandig	94
Kalkstein, weicher	120
Marmor, schwarzer (Flandern)	790
Bildsäulenmarmor	320

Für die rückwirkende Festigkeit gilt bei kurzen Körpern, welche durch die aufliegende Last nur zerdrückt werden, der Satz, dass die rückwirkende Festigkeit gegen das Zerdrücken proportional ist dem Querschnitt des Körpers; bei langen Körpern, deren Höhe die kleinste Dimension des Querschnitts je nach dem Material um das drei- bis zehnfache übertrifft, wird der drückende Körper den gedrückten erst biegen und dann zerknicken, bei schlanken steinernen Säulen ist dieser Umstand wohl ins Auge zu fassen.

Die Härte der Steine äussert sich am deutlichsten durch den Widerstand, den sie der Bearbeitung durch eiserne Instrumente entgegensetzen; ist dieser ein bedeutender, so hält man es immer für eine empfehlenswerthe Eigenschaft, da vorzügliche Härte, geringe Verwitterungsfähigkeit, aber grosse Festigkeit (Tragvermögen) meistens Hand in Hand gehen; je nach der Verwendung liebt man es, sehr harte Gesteine zur Anwendung zu bringen, wenn auch die Bearbeitung häufig eine sehr mühsame ist; so werden Treppenstufen, Trottoirplatten, Pflasterungen von vorzüglich harten Steinen gemacht, während zu anderen Zwecken man sich damit begnügt, ein dauerhaftes Gestein, wenn auch weniger hart, zur Anwendung zu bringen. Manche Steine, besonders ist dies bei fast allen Sandsteinen sehr auffällig der Fall, haben, aus dem Steinbruch kommend, und zwar so lange sie noch Bergfeuchtigkeit besitzen, eine weit geringere Härte als später, nachdem sie vollständig ausgetrocknet sind; aus diesem Grunde bearbeitet man sie sofort, nachdem sie dem Bruche entnommen sind, wartet aber gern mit dem Versetzen, bis sie ihre Bergfeuchtigkeit verloren haben; zur Herstellung von feinen architektonischen Gliederungen und Ornamenten liebt man mittelharte und gleichartige Gesteine, die aber eine scharfe Be-

Digitized by Google

arbeitung zulassen, was vor allen anderen bei den meisten Kalksteinen der Fall ist.

Im allgemeinen unterscheidet man wohl harte und weiche Gesteine, letztere lassen sich mit der Steinsäge ohne Sand, jene nur mit Hülfe von Sand schneiden.

Genaue Bestimmung über die Härte der Bausteine ist nur in den Fällen möglich, wo die Bausteine aus einer homogenen Masse bestehen; diese lassen sich mineralogisch genau nach bestimmten Härtegraden ordnen; bestehen aber Gesteine aus ganz verschiedenen Gemengen, die ebenfalls wieder in qualitativer und quantitativer Beziehung vielfach variiren, so ist es unmöglich, mit Sicherheit einen Härtegrad anzugeben, und wir müssen uns begnügen, eine allgemeine Bestimmung über die Härte der gebräuchlichsten Gebirgsgesteine, soweit solche sich aus den mineralogischen Angaben ableiten lässt, zu geben.

Hiernach sind die Härtegrade für

Quarze und quarzige Gemenge	7
Feldspathgesteine, Trachyte	6
Hornblendegesteine, Diorit	5,5
Augit-Gesteine, Basalt	5,5
Dolomit	3,5
Lava	3,5
Dichter Kalkstein	3
Serpentin	2,5
Gyps	1—2
Talkschiefer	1—2
Thonschiefer	1—2

Gesteine von Feinheit und Dichtigkeit werden solchen von entgegengesetztem groben und undichten Ansehen entschieden vorgezogen, denn sie lassen mit Recht auf die weiteren guten Eigenschaften, Härte, Festigkeit und Dauer schliessen; handelt es sich darum, zu gleicher Zeit im Bauwerk neben schönen Formen schönes Material mitwirken zu lassen, wird man der Feinheit und Dichtigkeit desselben die meiste Aufmerksamkeit schenken, um so mehr, da von diesem Zustande auch die Politurfähigkeit abhängt. Diese ist eine höchst schätzenswerthe Eigenschaft, durch welche die höchsten Effekte in der Prachtarchitektur zu erreichen sind, denn ohne Politur sieht ein Stein, wenn er auch noch so fein mit dem Meissel bearbeitet ist, unansehnlich aus. Wie jeder Edelstein erst durch den Schliff Leben und Feuer gewinnt, in gleicher Weise gewinnen unsere Bausteine an machtvoller Wirkung und Reiz und wir verweisen auf die viel besungenen Mosaikarbeiten der Sophienkirche in Konstantinopel, die so kunstreich aus geschliffenen Gesteinen zusammengesetzt waren; wir geben zu bedenken, welche Wirkungen wir entbehren

Digitized by Google

müssten, wenn wir die herrlichen Farben unserer Granite, Syenite, Porphyre, Marmore etc. nicht durch Politur zur vollsten Geltung zu bringen verständen, denn auch die Farbe spielt eine gewaltige Rolle in der Sphäre der schönen Architektur und demgemäss wird das Steinmaterial, das am angenehmsten wirkt und am verwendbarsten für die erstrebte Farbenharmonie erscheint, auch ganz besonders zu schätzen sein. Aber auch bei Anwendung von Bausteinen, die nicht politurfähig sind, erscheinen diejenigen als die gesuchtesten, welche die angenehmste Farbe besitzen; so mancher Steinbruch ist werthlos einem andern gegenüber, der ein schönfarbiges Baumaterial liefert; durch die Farbe des schönen rothen Sandsteins haben die Städte des Rheins so etwas wohlthuend lebendiges, was das Herz erfreut und diesen Städten den malerischen Reiz verleiht, den wir leider bei Städten mit getünchten Häusern gänzlich entbehren müssen.

Auf einzelne Flecken und Streifen, die in einer sonst einfarbigen Steinmasse sichtbar sind, hat man aufmerksam zu sein, ob dieselben nicht Anfänge von Verwitterungen oder folge von Oxydationsprozessen sind, die weiter um sich greifen können. Auch soll man überzeugt sein, dass der Stein die Farbe, die er im Bruche zeigt, nicht allmälig an der Luft verliert; einige Gesteine werden, was hier zu bemerken nicht unterlassen werden darf, mit der Zeit schöner in der Farbe, sie erhalten eine eigene Patina; so der italienische Kalktuff (Travertino), der sich von hellgelb nach und nach in goldgelb umfärbt, auch einzelne weisse Kalkgesteine nehmen mit der Zeit einen wärmeren Ton an; der rothe Sandstein färbt sich gleichfalls an der Luft in lebhafteren Tönen und erhält hin und wieder hierdurch eine reizend malerische Wirkung.

Betrachten wir die Gebirgsgesteine in bezug auf ihren Trockenheitszustand, so finden wir im allgemeinen, dass alle, unmittelbar aus den Steinbrüchen kommende, mehr oder weniger Wasser (Bergfeuchtigkeit) in sich haben, die sich jedoch verliert, wenn die Steine an luftigen, trocknen Orten aufbewahrt werden. Werden die Steine nicht gerade zum Bau von Wohnhäusern verwendet, so erscheint es ziemlich gleichgültig, ob sie vor ihrer Vermauerung die ihnen anhaftende Nässe verloren haben oder nicht, anders ist es jedoch, wenn Wohnräume mit Bruch- oder Werkstücken ausgeführt werden sollen; dann ist vor allen Dingen darauf zu sehen, gesunde und trockene Zimmer zu schaffen und gilt die Regel: je trockener die Gesteine, desto besser, wobei sie zugleich schlechte Wärmeleiter sein sollen.

Zu den schlechten Wärmeleitern unter den Gesteinen gehören alle, die vorherrschend poröse Beschaffenheit besitzen, so die Trachyte, Bimssteine, ein Theil der Laven und die Kalktuffe; Mauern aus diesen Gesteinen gestatten auch, was nicht ausser Acht zu lassen ist, selbst bei hermetisch geschlossenen Fenstern die Ventilation der inneren Räume; mit andern

Digitized by Google

Worten sie sind permeabel, eine Eigenschaft, die in bezug auf die öffentliche Gesundheitspflege von hoher Bedeutung ist. Poröse Baumaterialien aber haben ausser dem Vorzuge der Luftdurchlässigkeit noch den weitern für sich, dass im allgemeinen bei Bausteinen die Wärmekapazität mit der Porösität zu-, die Leitungsfähigkeit abnimmt. Das Material, einmal angeheizt, wird demzufolge geraume Zeit die Wärme an sich halten und dadurch für den Raum selbst zur Wärmequelle werden und nur langsam die Wärme des Innenraumes ins Freie gelangen lassen. Hierzu tritt noch der Umstand, dass die eintretende Luft in den Poren des Materials vorgewärmt wird. In bezug auf Permeabilität haben gewisse Kalktuffe sich als vorzüglich bewährt, während bei Sandsteinen, es liegt dies in ihren Strukturverhältnissen, ihre Durchlässigkeit nach ziemlich weiten Grenzen auseinandergeht, so dass bei feinkörnigen und dichten Steinen die Permeabilität = 0 ist.

Noch zu bemerken ist hier, dass die Permeabilität äusserst stark beeinflusst und unter Umständen ganz aufgehoben wird, sobald eine Durchfeuchtung des Materials eingetreten ist[1]).

In Hinsicht auf die Wärmeleitungsfähigkeit von schlecht leitenden Materialien sind folgende Resultate aufgefunden worden, wobei das Wärmeleitungsvermögen des Marmors aus den Pyrenäen durch die Verhältnisszahl 1000 ausgedrückt erscheint:

	Spez. Gew.	Wärmeleitungs-Vermögen
Marmor aus den Pyrenäen	2,616	1000
Sächsischer albithaltiger Granit	2,29	804
Carrarischer Marmor	2,668	769
Marmor aus Italien	2,682	763
Basalt von Oberstein an der Nahe	2,712	726
Seeberger feinkörniger Sandstein	2,130	721
Granit vom Thüringer Wald	2,545	713
Sandstein der Kreideformation von Strehlen	2,324	701
Rother Gneis von Tharandt	2,540	696
Nephelin-Basalt von Mitterteich	2,853	690
Serpentin aus dem sächs. Erzgebirge	2,418	676
Tafelschiefer von Karlsbaden	2,731	537
Sandstein von Postelwitz	1,997	487
Thonschiefer aus dem Schwarzathale	2,685	469
Gemeiner Thon	2,003	275[2])

[1]) Mit der Untersuchung verschiedener Materialien auf ihre Permeabilität haben sich Dr. C. Lang, Schürmann und Märker eingehend befasst; wir verweisen hier auf die Zeitschrift für Biologie Band XI, 1875; Jahresbericht der chem. Centralstelle für öffentl. Gesundheitspflege 1874; Landwirthschaftl. Jahrbücher 1876.

[2]) Annalen der Physik und Chemie 1878, Ergänzungsband 8.

Digitized by Google

Hat man Sandsteine zum Wohnhausbau zu verwenden, so müssen sie, ehe das Gebäude mit Putz verworfen wird, vollständig ausgetrocknet sein, und je quarziger und geschlossener das Gestein ist, desto länger wird es feucht bleiben und desto kälter wird es erscheinen; dasselbe gilt auch von allen granitischen und augitischen Steinen, letztere wirken sogar hygroskopisch und sind daher nicht geeignet, trockenes Mauerwerk damit herzustellen. Bei Kalk- und Mergelsteinen gilt das, was soeben von den Sandsteinen gesagt wurde; um jedoch für alle Fälle gesunde Wohnräume sich zu schaffen, verkleidet man wohl, bei einem Mauerwerk von festgeschlossenem Gestein, die innern Mauerseiten mit gebrannten Ziegeln, was unter allen Umständen trockene Zimmer giebt.

Noch ist zu bemerken, dass Findlinge, Gerölle und Geschiebe weniger Bergfeuchtigkeit besitzen, als frisch gebrochene Steine, und können solche in den meisten Fällen sofort verbaut werden.

Ob ein Gestein Feuerbeständigkeit besitzt, ist in sehr vielen Fällen zu wissen nothwendig, namentlich, wenn es sich darum handelt, Feuerungsanlagen zu konstruiren. Kalksteine, Mergel und Dolomit sind hierbei gar nicht zu brauchen, da sie durch starke Hitze die an den Kalk gebundene Kohlensäure verlieren und dadurch an der Luft zerfallen; in ähnlicher Weise verhalten sich alle Sandsteine, welche ein mergeliges oder kalkiges Bindemittel besitzen, denn dies wird gleichfalls durch starke Hitze zerstört. Anders verhält es sich mit den Sandsteinen, welche quarzige Bindemittel nachweisen, diese erscheinen durchaus feuerbeständig, und lässt sich z. B. der Quadersandstein zur Herstellung der Gestelle in den Hohöfen verwenden; in gleicher Weise benutzt man die durchaus feuerbeständigen Glimmer-, Chlorit und Talkschiefer. Serpentin zeichnet sich durch grosse Feuerbeständigkeit aus, an ihn schliessen sich die Trachyt- und Bimssteingesteine (der Backofenstein am Rhein) an, dann der Thonschiefer, der vielfach zur Konstruktion von Herden, Ofenplatten etc. verwendet wird. Weniger feuerbeständig sind alle solche Gesteine, die aus grobkörnigen, heterogenen Gemengtheilen zusammengesetzt sind und deren Ausdehnungskoefficient verschieden ist; die ungleichen Spannungen, die bei erhöhten Temperaturgraden dann sich geltend machen, veranlassen das Zerspringen der Gesteinsmasse, wie dies bei den grobkörnigen Graniten und Syeniten der Fall ist. Die Augitgesteine schmelzen bei grosser Hitze zu einer glasigen Masse zusammen, können also nicht als feuerbeständig betrachtet werden. Der Thon ist theils feuerbeständig, theils schmelzbar, je nach seinen Beimengungen.

Das spezifische Gewicht der Gebirgsgesteine ist nicht nur sehr verschieden nach seinen einzelnen Gattungen, sondern auch in ein und derselben Gebirgsart, ja in jedem abgebrochenen Stück wird eine, wenn auch nur geringe Differenz des zu ermittelnden spezifischen Gewichtes sich geltend machen. Die Ursache liegt hier darin, dass die meisten Gesteine

Digitized by Google

Gemenge verschiedener Mineralkörper sind, die quantitativ sehr verschieden wechseln, in dem einen Stücke sehr geschlossen vorkommen, in dem andern locker und somit auch ungleiche Dichtigkeit haben; letzteres ist auch der Fall bei den mehr gleichartigen Gesteinen, wo die Kohäsions-Verhältnisse durchaus nicht immer dieselben sind. Das absolute Gewicht hat für jeden Techniker grosse Wichtigkeit, indem er bei Anwendung von Konstruktionen dadurch zu der Wahl dieser oder jener Steinsorte hingewiesen wird; so z. B. werden zu Grundmauern schwere, zu den Gewölben leichte Gesteine zu verwenden sein; das Gewicht der Steine haben wir zu bemessen, wenn es darauf ankommt zu bestimmen, welche Tragfähigkeit dieses oder jenes Steinstück besitze, ebenso kommt das Gewicht der Steine in betracht bei der Anordnung des Transportes und bei dem Versetzen grosser, schwerwiegender Quaderstücke.

Spezifisches und absolutes Gewicht einiger Gesteine:

Gesteine.	Spezifisches Gewicht.	1 Kubikf. bayr. Mass[1]) Zollpfund			1 Kubikmeter Kilogramm		
		Kleinstes Gew.	Mittel-Gew.	Grösstes Gew.	Kleinstes Gew.	Mittel-Gew.	Grösstes Gew.
Thonschiefer	2,670—3,500	132,774	153,411	174,048	2670	3085	3500
Basalt	2,014—3,310	100,153	132,376	164,600	2014	2662	3310
Hornblendeschiefer.	2,909—3,153	144,310	150,551	156,792	2909	3031	3153
Granit	2,539—3,063	126,260	139,220	152,183	2539	2801	3063
Syenit	2,515—3,030	125,066	137,871	150,676	2515	2772	3030
Talkschiefer	2,768—3,020	137,647	143,913	150,179	2768	2894	3020
Gyps (dichter) . . .	1,872—2,964	93,091	120,242	147,394	1872	2418	2964
Dolomit	2,800—2,950	139,238	142,968	146,698	2800	2875	2950
Serpentin	2,560—2,894	126,737	135,325	143,913	2560	2727	2894
Lava	2,348—2,880	116,761	229,989	143,217	2348	2614	2880
Alabaster	2,611—2,876	129,839	136,428	143,017	2611	2743	2876
Kieselschiefer	2,596—2,860	129,093	135,657	142,222	2596	2728	2860
Puzzolane	2,510—2,800	124,817	132,027	139,238	2510	2655	2800
Porphyr	2,395—2,793	117,979	128,434	138,890	2395	2594	2793
Marmor (karrar.). .	2,717—2,763	135,111	136,254	137,398	2717	2740	2763
Quarz	2,486—2,763	123,619	130,508	137,398	2486	2624	2763
Jaspis	2,580—2,700	128,298	131,282	134,266	2580	2640	2700
Phonolith	2,512—2,700	124,917	129,591	134,266	2512	2606	2700
Kalkstein (dichter) .	2,396—2,700	119,148	126,707	134,266	2396	2548	2700
Sandstein (bunter) .	1,933—2,699	96,124	115,170	134,216	1933	2316	2699
Granulit	2,576—2,668	128,099	130,946	133,794	2576	2622	2668
Gneis	2,394—2,500	119,049	121,684	124,320	2394	2447	2500
Quadersandstein . .	2,107—2,196	104,727	106,964	109,202	2107	2151	2196
Asphalt	1,000—1,160	49,728	53,706	57,684	1000	1080	1160
Bimsstein	0,914	45,452	45,452	45,452	914	914	914

[1]) 40,2235 Kub.-Fuss bayer. = 1 Kub.-Meter.

Digitized by Google

Die vorstehende Tabelle giebt eine Uebersicht über das spezifische und absolute Gewicht der hauptsächlichsten Gesteinsarten und sind die Angaben für das spezifische Gewicht verschiedenen Autoren entnommen.

Von der Gewinnung der natürlichen Gesteine.

Um die verschiedenen Arten Steine, die man im Baufache verwendet, als Bau-, Pflaster- und Chausseesteine aus den Brüchen zu gewinnen, wendet man verschiedene Mittel an, zu denen man auch greift, wenn es sich darum handelt, grössere Findlinge zu demselben Zweck zu zerkleinern; diese Mittel sind:

1. Zersprengen der Steine durch Erhitzen mit Feuer, das sogenannte Feuersetzen.
2. Sprengen mit Pulver.
3. Sprengen mit Nitrochemikalien (Nitrilverbindungen) und andern verwandten Stoffen.
4. Sprengen und Spalten mittelst einzutreibender Keile.

Die drei ersten Methoden geben in der Regel unregelmässige Steine, die sogenannten Bruchsteine, die entweder zum Rauhmauerwerk oder zum Strassenbau verwendet werden sollen; Kalk- und Mergelgesteine zum Kalk- und Cementbrennen werden in gleicher Weise gewonnen.

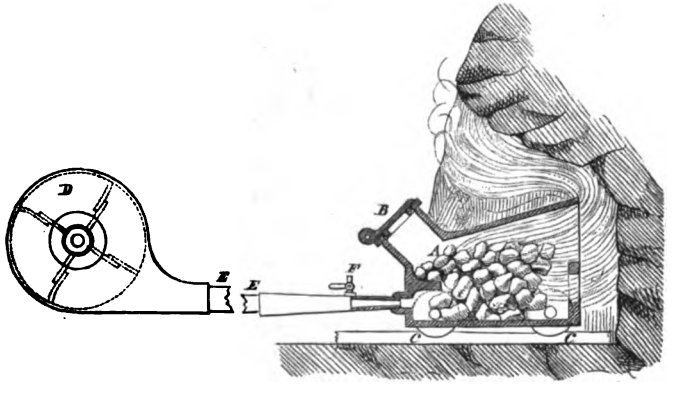
Das Zersprengen der Gesteine mittelst Feuer beruht darauf, dass man das Gestein nach einer Seite hin erhitzt, dadurch eine ungleiche Spannung in seinen Gemengtheilen hervorbringt, die sich soweit steigert, dass der Stein zerreisst und zerfällt; man fördert dies wohl dadurch, dass man das Gestein mit starken Hammerschlägen erschüttert, wodurch eine schnellere Trennung erfolgt, oder sucht das Gleiche durch plötzliche Abkühlung durch kaltes Wasser zu erreichen; soll der Sprung regelmässig erfolgen, so schnellt man eine nasse Bogensehne in der Richtung des verlangten Sprunges, und wird dann in dieser der Sprung erfolgen. Jedenfalls büsst das Gestein durch dies Verfahren einen grossen Theil seiner Härte ein, und kann wohl nur noch da Anwendung finden, wo das Brennmaterial sehr wohlfeil ist. Uebrigens kannten die alten Römer diese Methode des Sprengens und schrieben der Abkühlung durch Essig eine grosse Wirkung zu.

Das Feuersetzen ist gegenwärtig fast ganz aufgegeben, aber immerhin ist zu beachten, dass mittelst einer Flamme, der sich eine bestimmte Rich-

Digitized by Google

tung geben lässt und welche gegen ein im Grossen nicht gewinn- oder bearbeitbares Gestein kräftig getrieben wird, sehr günstige Erfolge sich erzielen lassen. Von der Ansicht ausgehend, dass das Feuersetzen unter gewissen besondern Umständen mit Aussicht auf günstigen Erfolg (namentlich mit Ersparniss von Arbeitskraft) wohl wieder eingeführt werden könne, hat Huyon einen Apparat konstruirt, den die beigegebene Figur 3 darstellt; derselbe besteht im wesentlichen aus einem Ofen A, mit Feuerthür B zur Aufnahme des Brennmaterials, und aus einem Ventilator D, durch welchen der zur Unterhaltung des Brennprozesses und zum Hintreiben der Flamme auf das Gestein erforderliche Luftstrom durch den Luftschlauch E zugeführt wird; der Ofen kann auf Schienen c c vor und rückwärts bewegt werden. Durch die äusserst intensive Flamme bestrichen, beginnen selbst die festesten Gesteine schnell zu zerspringen und fallen ununterbrochen ab; durch Abschrecken mit Wasser, mittelst eines zugeführten Wasserstrahls, durch mechanisches Abstossen der locker gewordenen Massen lässt sich der Effekt der Arbeitsleistung bedeutend erhöhen.

Fig. 3.



Nach Huyon's Angabe wurde mit diesem Apparat auf den Gruben von Challanges (Frankreich) bei einem Zeitaufwande von 55 Stunden eine 1,2 Meter breite, 1,8 Meter hohe Strecke um 1,5 Meter „erlängt"; während zwei auf derselben Strecke sich befindende Arbeiter im Verlaufe eines ganzen Monats bei Anwendung der gewöhnlichen Arbeitsmethode nur 1,5 bis 2 Meter vorzurücken im Stande waren.

Das Sprengen der Steine mit Pulver ist allgemeiner in Brauch und das Verfahren hierbei ist ein sehr einfaches.

Beim Sprengen mit Pulver bohrt man in das Gestein 2,25—3,0 cm. im Durchmesser habende Löcher, entweder mit dem sogenannten Meissel- oder Kronenbohrer, oder bei sehr harten Steinen mit dem Stern- oder

Digitized by Google

Kreuzbohrer, indem man zur Abkühlung des Eisens von zeit zu zeit kaltes Wasser in das Bohrloch einträufeln lässt; das Steinmehl, das hier entsteht, wird mittelst eines kleinen Löffels an langem eisernen Stiel häufig herausgehoben. Die Tiefe der Bohrlöcher richtet sich nach der Dicke des abzusprengenden Steines und man nimmt an, dass bei einem 1,5—1,8 m. starken Stein ⅓ dieses Masses zur Tiefe des Bohrlochs zu nehmen sei; bei breiten Absprengungen müssen natürlich mehrere Bohrlöcher angebracht werden. Ist dies geschehen, so bringt man die Ladung mit Pulver ein, die sich in Papier eingehüllt befindet, wenn das Gestein ein trockenes ist, in getheerter Leinwand, wenn es sehr feucht, oder in einer blechernen Hülse, wenn die Sprengung unter Wasser geschieht; man stösst die Patrone mit einer Art Ladestock (am sichersten von Holz) herab und führt in die Patrone an der einen Seite des Bohrlochs die sogenannte Räumnadel, am besten aus Kupfer bestehend, bis in die Mitte des Pulvers ein. Hierauf füllt man den noch übrigen Theil des Bohrlochs mit dem sogenannten Besatz aus. Dieser besteht aus gereinigtem Lehm und Ziegelmehl, auch wohl aus Schieferstücken oder Sand; nachdem die erste Schicht über der Patrone aus lockerem Satz besteht, werden die weiteren Schichten, bis das ganze Bohrloch gefüllt ist, fest eingestampft und dann die Räumnadel herausgezogen, so dass ein in die Patrone führender feiner Kanal im Satze verbleibt.

Um die Patrone zu entzünden, bedient man sich eines Strohhalms, welcher unterhalb eines Halmringes abgeschnitten ist, füllt ihn mit feinem Pulver und führt ihn dann in den Kanal ein, den die Räumnadel zurückgelassen hat; an seine Mündung wird hierauf ein Schwefelfaden befestigt, der so lang ist, dass er angezündet eine längere Zeit fortbrennt, damit die Arbeiter sich entfernen können, bevor die Explosion erfolgt. Man glaubt die Wirkung des Pulvers erhöhen zu können, wenn man es mit Sägespänen vermischt; auch wird eine Ladung zum Steinsprengen beliebt, die aus 1 Pfund Schiesspulver und 4 Unzen gebranntem Kalkspath besteht und von ganz besonderem Effekte sein soll.

Statt der Schwefelfäden zum Entzünden des Pulvers benutzte man wohl auch die gewöhnlichen Elektrisirmaschinen, so dass die Entzündung in dem beabsichtigten Moment durch den elektrischen Funken sofort erfolgt. Bei Sprengungen, bei welchen es namentlich darauf ankommt, mehrere Schüsse zu gleicher Zeit abzugeben, empfiehlt sich diese Zündungsmethode ganz besonders, sowohl der persönlichen Sicherheit der dabei beschäftigten Arbeiter, als auch des fast durchweg zu erwartenden sicheren Effektes wegen. Da sich aber Elektrisirmaschinen nur bei trockener Witterung anwenden lassen und galvanoelektrische Induktionsapparate zu ihrer Verwendung einen gewissen Grad von Intelligenz beanspruchen, der den gewöhnlichen Minenarbeitern häufig abgeht, so wurde durch die Telegraphenbauanstalt von Siemens & Halske in Berlin ein dynamoelektrischer

Digitized by Google

Induktionsapparat konstruirt, der ganz besonders geeignet ist, selbst unter den schwierigsten Witterungsverhältnissen verlässig zu wirken. Um die Wirkung des magnetoelektrischen Induktionsfunkens unzweifelhaft zu machen, verwendet man eigens fabrizirte Zünder; die Abel'sche Patrone besteht in ihrem Zündstoff aus Unterphosphor- und Schwefelkupfer, chlorsaurem Kali und Kokspulver, oder aus gleichen Gewichtstheilen von chlorsaurem Kali und Schwefelantimon, das aber erst durch Zusatz von Schwefelblei oder Kohlenpulver leitungsfähig wird; solche Patrone ist so stromleitend, dass selbst der schwächste Funke ihre Explosion veranlasst; als vorzüglich werden ferner die Zünder vom Ingenieur Abegg in Bistritz in Böhmen, vom Oberlieutenant Trauzel in Wien und vom Oberfeuerwerker Büsser in Spandau empfohlen.

Handelt es sich um die gleichzeitige Entzündung von Minen, so möchte eine elektrische Batterie oder ein Magnetinduktor kaum zu entbehren sein, und kommt es dann vor allem darauf an, die verschiedenen gleichzeitig zu entzündenden Minen umsichtig miteinander so zu verbinden, dass eine gleichzeitige Explosion erfolgt[1]).

Trotz der Vorzüge, welche diese Zündmethode hat, wird sie doch, ihrer vielen Umständlichkeiten wegen, die mit ihr verbunden sind, dann auch wegen ihrer Kostspieligkeit nicht überall Verwendung finden; unter solchen Umständen möchte die Anwendung der Bickford'schen Zündfäden schon ihrer Einfachheit wegen im Gebrauch bleiben.

Diese Patent-Zündfäden, auch doppelte Wasserzünder, Bickford'sche Zündfäden genannt, haben 6 mm. im Durchmesser; im Innern befindet sich ein mit Hanfumwicklung versehener Zündfaden, die äussere Umhüllung aber ist Guttapercha; sie zünden und brennen auch unter Wasser mit grosser Intensivität und ihre Brennzeit beträgt pro Meter circa 90 Sekunden.

Man ist daher im Stande, vermittelst der, der Zündschnur zu gebenden Länge für die Explosion eine bestimmte Zeit festzustellen. Die Verbindung dieser Zündfäden mit der Ladung ist sehr einfach, indem sie unmittelbar in dieselbe eingeleitet werden, wobei man das in die Ladung führende Ende des Fadens schräg abschneidet, damit es recht frei gelegt wird und die Zündung um so sicherer erfolgt. Die Kosten der Bickford'schen Zündfäden sind pro lfdn. Meter 10 Pfennig.

Um beim Sprengen mit Pulver grössere Effekte zu erreichen, macht man wohl „geschnürte" Schüsse.

Das sogenannte „Schnüren" kommt in der Regel nur bei tiefen, mit Stossbohrern hinter einer Felswand hergestellten Bohrlöchern zur Anwendung und besteht darin, dass der Schuss anfänglich nur ganz schwach

---

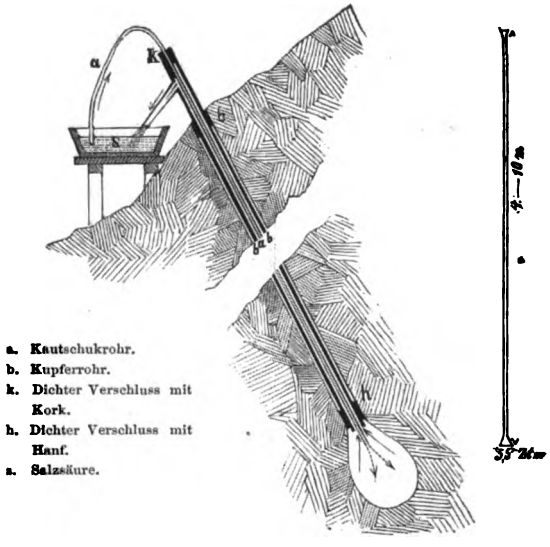
[1]) Ingenieur-Major L. Abbot hat hierüber werthvolle Mittheilungen im „Journal of the Telegraph" 1876 S. 310 u. 326 gemacht.

Digitized by Google

geladen wird, so dass die Ladung den vorliegenden Felsen nicht bezwingen kann, sondern den Besatz aus dem Bohrloche treibt, zugleich aber auf der Sohle des Bohrloches Klüfte und Risse verursacht, welche im Stande sind, eine viel grössere Menge Pulver aufzunehmen, als vorher das Bohrloch allein. Durch ein zweites Schnüren werden diese Risse noch erweitert, und es wird diese Manipulation so oft wiederholt, bis sich an der Sohle des Bohrloches ein hinreichend grosser Sack gebildet hat, um das Pulverquantum aufzunehmen, welches man für den betreffenden Schuss bestimmt hat. Ist dieser Fall eingetreten, so wird der Schuss erst zur wirklichen Absprengung geladen und aufs Sorgfältigste besetzt.

Beim Schnüren wird in der Regel mit 2½—5 Kilogr. Pulver begonnen und je nach der lokalen Beschaffenheit bis zu 25, ja bis zu 50 Kilogr. fortgesetzt, stets aber werden durch dies Verfahren mit verhältnissmässig geringen Pulverladungen überraschende Erfolge erzielt. So wird berichtet, dass kompakte Felsblöcke von 200 Kubikmeter und ausserdem mindestens die gleiche Quantität an kleineren Felsstücken und Geröllen durch Pulverladungen von 250—400 Kilogr. abgelöst wurden.

Fig. 4.



Zur Erweiterung der Bohrlöcher hat der französische Ingenieur Courbebaise vorgeschlagen, geätzte Minen durch Salzsäure zu erzeugen; hierbei wird das gewöhnliche Bohrloch in seiner grössten Tiefe durch Aetzung sackförmig erweitert. Zu diesem Zwecke wird ein etwa 3 cm. weites Rohr aus Kupfer oder Guttapercha bis auf 30 cm. von der Sohle des Bohrloches eingeführt und der zwischen diesem und der Gesteinswand bleibende

Digitized by Google

Zwischenraum mit Hanf oben und unten gedichtet. Ist dies geschehen, so wird ein zweites engeres Rohr von etwa 15 mm. Durchmesser eingesetzt. Dieses Rohr reicht bis nahezu an den Boden der Bohrung, geht oben durch einen das weite Rohr verstopfenden Kork und biegt sodann nach abwärts um, wie dies Figur 4 veranschaulicht.

Soll nun der Aetzapparat in Thätigkeit gesetzt werden, so füllt man in das enge Rohr Wasser und taucht es sodann mit dem krummen Ende in das nebenstehende, mit verdünnter Salzsäure (4faches Quantum Wasser) gefüllte Gefäss. Indem hierbei das Röhrchen, als Heber wirkend, Säuren in den unteren Theil des Bohrloches einführt, geht daselbst unter Aufbrausen die Verwandlung des kohlensauren Kalks in Kohlensäure und Chlorkalcium vor sich. Die Kohlensäure sowohl als auch die mitgerissene Säure und aufgelöstes Chlorkalcium steigen in dem weiten Rohre auf und entweichen durch ein Ansatzrohr, welches in das Gefäss mit Säure mündet. Bei zu heftiger Wirkung der Säure kann die Kohlensäure nicht rasch genug entweichen, die Spannung in dem unteren Niveauraume wächst und hält dadurch selbst das Zuströmen neuer Säuren so lange auf, bis wieder eine langsamere Zersetzung eintritt.

Sobald der Pulversack gross genug ist, hebt man die beiden Rohre heraus, trocknet die kleine Kammer sorgfältig aus und geht dann an das Füllen und Verdämmen der Mine; solche Minen wurden mit Bohrlöchern bis zu 10 Meter Tiefe und einer Ladung von 300 Kilogr. Pulver und mehr ausgeführt.

Handelt es sich darum, sehr grosse Felsmassen in kürzester Frist zu beseitigen, so reichen zur Sprengung die gewöhnlichen Bohrlöcher nicht mehr aus und wird dann die Anlage von Minen nothwendig; solche Minenschachte werden dann wohl des ungehinderten Arbeitens wegen 1,5 Meter im Geviert angelegt und enden in erweiterten Minenkammern.

Solche Sprengungen wurden, um ein Beispiel hier anzuführen, bei dem Bau der Bahnstation Eistädt nothwendig, und sind solche in der Zeitschrift des bayerischen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1870, ausführlich beschrieben; bei diesen Sprengungen wurden 11 Minenkammern angelegt. Zur Bestimmung der Stärke der Ladung mittelst Pulver nahm man an, dass, wenn w die kürzeste Widerstandslinie in Metern, l die Pulverladung in Kilogrammen, g ein nach der Erd- oder Felsart wechselnder Erfahrungskoefficient ist, die Pulverladung für eine einzelne Mine sich aus der Formel $l = gw^3$ bestimmen lasse; dass ferner, wenn der Abstand mehrerer Minen unter sich nicht grösser ist, als je die kürzeste Widerstandslinie, bei gleichzeitiger Sprengung dieser Minen die vorbestimmte Pulverladung um die Hälfte zu reduziren sei.

Für den mit g bezeichneten Koefficienten wurden folgende Werthe gewählt; vorausgesetzt, dass l in bayer. Pfunden, w in pariser Fussen ausgedrückt wird und dass der Trichterdurchmesser der Mine gleich der

Digitized by Google

doppelten Widerstandslinie werden soll, welcher Fall bezüglich des Pulveraufwandes der vortheilhafteste ist. p bezeichnet das Gewicht eines pariser Kubikfusses des betreffenden Materials in bayer. Pfunden:

Material.	g	p in Pfunden.
Feiner Sand mit Letten	0,09	99
Dammerde	0,10	83
Grober Sand	0,11	108
Feuchter Sand	0,12	116
Mit kleinen Steinen gemischte Erde	0,13	116
Mit Tuff gemischte Thonerde	0,14	122
Aeusserst zähe lettige Erde	0,15	112
Mauerwerk von mittlerer Güte	0,15	—
Neues oder schlechtes Mauerwerk	0,11	—
Neues sehr gutes Mauerwerk	0,20	—
Altes sehr gutes Mauerwerk	0,22	—
Römisches Mauerwerk	0,26	—
Unzerklüfteter, ungeschichteter Felsen	0,20—0,30	—

Soll l in Zollpfunden, w in bayer. Fussen ausgedrückt werden, so dürfen die vorstehenden Werthe für g nur mit 0,81 multiplizirt werden.

Das Resultat der Minensprengung war, dass um circa 10,000 Kubikmeter vom Felsen abzusprengen, ein Aufwand von 200 Zentnern Sprengpulver benöthigt wurde; die sich hieraus ergebenden, nicht unbedeutenden Kosten sind aber reichlich als ausgeglichen zu betrachten durch den Gewinn an Zeit, denn die durch Minensprengungen herbeigeführten Resultate können bei der gewöhnlichen Methode des Sprengens nicht in der doppelten Zeit erreicht werden.

Zu den interessantesten Minensprengungen sind wohl jene zu zählen, die im Jahre 1856 und 1857 bei der Anwesenheit des Exkaisers Napoleon und des Grossfürsten Konstantin in Friaul ausgeführt wurden; es handelte sich hierbei um die Loslösung einer vorspringenden Bergspitze, welche eine Ausdehnung von 225 Meter, eine mittlere Breite von 25 und eine Höhe von 23 Meter besass. Zu diesem Zwecke wurden 4 Hauptminen angelegt; jede derselben bestand aus einem gradlinigen Hauptstollen von 20 Meter und aus zwei im Winkel umgebogenen Seitenstollen von 10 bis 12 Meter Länge; die Gesammtladung betrug 26000 Kilogr., somit im Durchschnitt für jede der 8 Kammern 3500 Kilogr. Die Zündung erfolgte mit dem Rhumkorf'schen Apparat und wurde der ganze Theil des unterminirten Berges gegen das Meer hingeworfen. Der Effekt der Sprengung wurde

Digitized by Google

auf 100,000 kbm. geschätzt, betrug demnach per Kilogr. Pulver 3,8 kbm. Gestein[1]).

In neuester Zeit haben die Sprengungen am Hell Gate von Newyork die allgemeine Aufmerksamkeit aller Ingenieure in Anspruch genommen; von einer 10 m. tiefen Baugrube, die von einem Fangedamm umschlossen ist, gehen 10 unterseeische Stollen radial auseinander, zwischen welchen nur einzelne Steinpfeiler stehen blieben. Die ganze Sprengarbeit hatte den Zweck ein tieferes Fahrwasser zu gewinnen und hat man dies auch erreicht. Man sprengte zuerst mit Nitroglycerin, später mit einem Gemisch von 30 Thln. Nitroglycerin und 70 Thln. Schiesspulver; zu Flood-Rock wurden die unterseeischen Sprengungen in noch grösserm Massstabe betrieben[2]).

Das Sprengen von Felsen unter dem Wasser hat grosse Schwierigkeiten. Eine wichtige, glücklich gelungene Sprengarbeit war das Sprengen des Binger Lochs, wodurch die sonst so gefährliche Rheinfahrt verbreitert und verbessert ward; nachstehend soll die Art und Weise dieser Sprengungsarbeiten kurz beschrieben werden.

Da durch die Arbeit die Schifffahrt nicht unterbrochen werden durfte, und jene auch nicht in Winterzeit ausgeführt werden konnte, so war auf die Herstellung einer beweglichen Stauvorrichtung Bedacht genommen worden, vermittelst deren die Strömung über den zu sprengenden Felsen vermindert und stillstehendes Wasser erzeugt wurde; an derselben sollte das schwimmende Gerüst befestigt werden, von welchem die Felsen unter Wasser angebohrt und gesprengt wurden. Um sowohl die Höhe der Staumaschine, als auch die der Bohrer etc. ermitteln zu können, musste ein Wasserstand als höchster angenommen werden, bei welchem diese Arbeiten noch auszuführen sein müssten, und man nahm als solchen 2 Meter Fahrtiefe im Bingerloch an, bei welchem Wasserspiegel noch ca. 1 Meter Wasser auf der höchsten Stelle des zu sprengenden Lochsteins stand.

Da die Wassertiefe vor dem Lochsteine noch um 0,50 Meter grösser als im Bingerloche war, und hier die Stauvorrichtung liegen musste, so wurde deren Höhe auf 2 + 0,45 + 0,45 = 2,90 Meter bestimmt, wobei man 0,45 Meter auf Wellenschlag rechnete.

Die Stauvorrichtung bestand aus einem dreieckigen, gleichschenkligen Kasten von Tannenholz, dessen Schenkel 7,20 Meter und dessen Basis 5,40 Meter lang waren.

Wie aus der beigegebenen Zeichnung (Fig. 5 und 6) näher hervorgeht, stossen die beiden Schwellen a a in der Spitze mit dem Ständer b zusammen und sind durch ein eisernes Band mit demselben verbunden. In die Schwellen a a sind die Stiele c eingezapft. Vor diesen Stielen

---

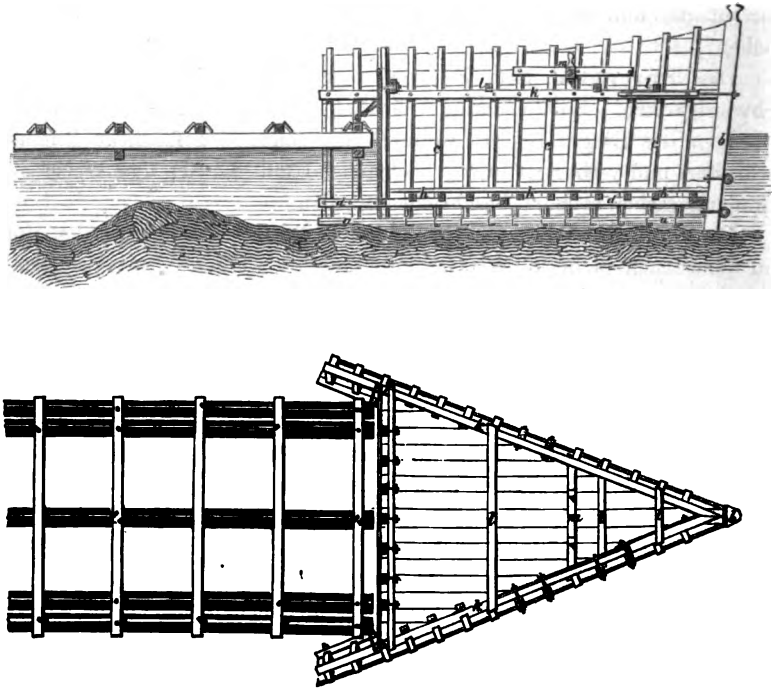
[1]) Travaux hydrauliques maritimes par M. M. Latour et Gassend, Marseille 1861.

[2]) Scientific American 1875. Aug. S. 111 u. 192; und Engineer 1876. Sept. S. 217.

Digitized by Google

liegen die eingelassenen Bodenschwellen d und sind an jedem dieser Stiele mit einem eisernen Schraubenbolzen befestigt. Die Bodenschwellen sind unter sich verriegelt und tragen die Unterlagen h des Bodenbelags, der aus 3 cm. starken Tannenbrettern besteht. Zur besseren Steifigkeit und Längenverbindung sind die Stiele auf 2,15 Meter Höhe vom Boden mit den Langhölzern k verbolzt, welche die Spannriegel l und das Holz m tragen, woran das Kabeltau befestigt ist.

Fig. 5 und 6.



Alle Fugen des Kastens waren mit Moos und Werg gehörig gedichtet und ausserdem mit Leisten übernagelt. Der Kasten lag 0,85 Meter mit der Unterkante der Schwelle a a im Wasser und zwar ganz waagrecht, so dass er mit Leichtigkeit hin und her bewegt werden konnte.

Die Versenkung der Stauvorrichtung bis auf das Rheinbett sollte durch Einpumpen von Wasser bewerkstelligt werden; es erschien indessen bei der Ausführung angemessener, die Versenkung durch Einfüllen grosser Steine von 2,5—25 Kilogramm zu bewirken. Das an der Hinterseite des Senkkastens mit Tauen befestigte Floss musste aus einzelnen Balken kon-

Digitized by Google

struirt und letzteres in Abständen von 0,12—0,18 Meter durch Spreitzhölzer verbunden werden, weil man beabsichtigte, die versenkte Stauvorrichtung so wenig wie möglich zu verlegen, vielmehr durch eine wechselnde Entfernung des mit derselben durch Taue verbundenen Flosses den Felsen an verschiedenen Stellen anzubohren und zu sprengen.

Zum Bohren bediente man sich der zweischneidigen Kronenbohrer (Fig. 7) in nebenstehender Form; die Oberfläche der Felsen, welche an einzelnen Stellen stark verklüftet war, wurde mit einem Sehrohr vorher untersucht. Letzteres besteht (Fig. 8) aus einer 2 Meter langen starken Blechröhre, welche oben 0,24 Meter und unten 0,15 Meter im Durchmesser weit ist, und worin unten ein starkes Glas mit einem noch vor dem Glase vorstehenden soliden Drahtkreuz befestigt ist. Oben hat das Rohr zwei Handhaben, und ausserdem sind an dem untern Ringe vier lange Lenkstangen befestigt.

Fig. 7.

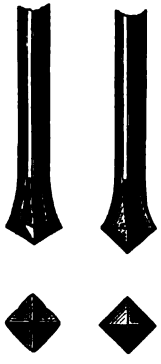
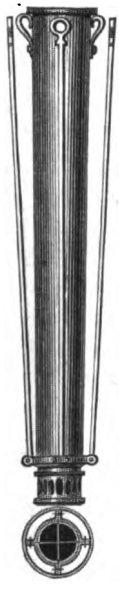


Fig. 8.



Im Verlaufe der Bohrarbeit hat sich herausgestellt, dass die angewendeten Schlagbohrer, höchstens 40 Kilogr. schwer, am zweckmässigsten durch 4 Mann zu besetzen sind; 3 Mann schlugen mit Handfeusteln auf den Bohrer (120 Schläge per Minute), während 1 Mann denselben drehte; die Bohrlöcher bekamen einen Durchmesser von durchschnittlich 75 mm., zur Tiefe aber den 15 bis 20fachen Durchmesser des Bohrloches; man hatte gefunden, dass die Schüsse bei solchen Verhältnissen am kräftigsten wirkten.

Wo in grösseren Tiefen gebohrt werden musste, genügte aber der gewöhnliche Schlagbohrer nicht mehr, und trat an dessen Stelle der Fallbohrer mit einem Gewicht von circa 100 Kilogr.; dieser wurde mittelst elastischer Wippstangen aus Birkenholz von drei Arbeitern an Zugleinen abwärts bewegt, und hierbei fällt er 25—30 cm. hoch frei und wird dann nach dem Aufstossen von der Wippstange wieder emporgehoben.

Diese angewendeten Fallbohrer haben sich durchaus bewährt, Versuche aber mit noch stärkeren Fallbohrern, die wie ein Rammbähr über ein Scheibengerüst gehoben wurden, haben keinen günstigen Effekt hervorgebracht.

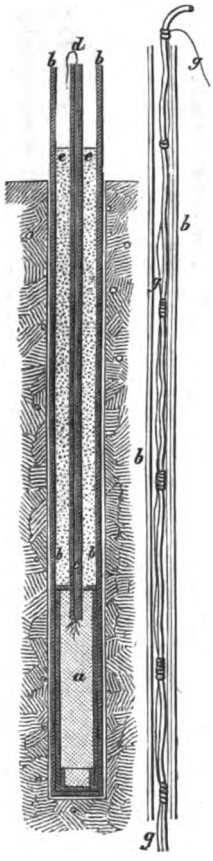
In neuerer Zeit hat man Hand-Steinbohrmaschinen konstruirt; eine

Digitized by Google

solche Maschine von Jordan konstruirt, die von zwei Arbeitern in Betrieb gesetzt werden kann, stellt im Portlandstein vertikale Bohrlöcher von 32 bis 38 mm. Durchmesser in einer Minute 152 mm. tief her; in Aberden-Granit erzeugte die Maschine in der Minute ein Bohrloch von 32 mm. Durchmesser auf 76 mm. Tiefe[1]).

Am vortheilhaftesten aber konnten Felsensprengungen im Rheinstrome bei Bingen gefördert werden nach Anwendung von Dampfbohrapparaten; man wählte hierzu die Dampfbohrmaschine von Schwartzkopf; bei starken Strömungen jedoch und dem damit verbundenen Schwanken des die Maschine tragenden Schiffes konnten die gewünschten Resultate nicht erreicht werden, und man sah sich genöthigt, eine Dampfbohrmaschine nach verändertem Prinzip bauen zu lassen.

Fig. 9.



Eine solche Fallbohrmaschine mit Handschiebersteuerung und einseitiger Dampfwirkung ist in der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1867 pag. 117 speziell beschrieben und graphisch dargestellt, mit ihr werden 9 zm. weite Bohrlöcher, 1—2 m. tief mit grosser Präzision hergestellt; die Resultate, welche mit Hülfe der Hippschen Bohrmaschine erzielt wurden, werden als von anderen Bohrmaschinen nicht erreicht geschildert und wird dabei erwähnt, dass bei dieser Maschine keine anderen Reparaturen vorkommen, wie die Schärfung und Verstählung der Bohrer, und dass ferner eine bedeutende Ersparung an Zeit und Arbeitskosten mit diesem Apparat verknüpft sei[2]). Nach der Herstellung von 0,78 — 0,99 m. tiefen Bohrlöchern wurden die Sprengungsarbeiten wie folgt begonnen: die Pulverbüchse a (Fig. 9), aus Blech gefertigt, ist 5 zm. im Durchmesser gross und unten zum Einfüllen des Pulvers mit einem Deckel versehen, dessen 4,5 zm. breiter Rand in die Büchse geschoben wird. Die Pulverbüchse a wird in die äussere blecherne Röhre b von 5,5 zm. Durchmesser geschoben, wie dies die Zeichnung zeigt. Auf der Pulverbüchse a ist die Leitröhre

[1]) Solche Maschinen liefert die Hand Power Rock Drill Company zu London. Näheres Engineer 1877 S. 394—396.

[2]) Bei Anwendung der Fallbohrmaschine erhielten die 1,5—2 m. tiefen Bohrlöcher Blechpatronen mit 2,5 Kilogr. Ladung und wurden diese unter Sandfüllung durch Zündschnüre entzündet; bis 15 Meter unter Wasser wurden hierauf die Sprengstücke durch Taucherschiffe mittelst

Digitized by Google

c d, durch welche die Zündschnur gesteckt wird, von 0,75—1,0 Meter Länge befestigt und reicht noch in das Pulver hinein; sie ist aus doppeltem Blech gefertigt. Diese Leitröhre steht bis zum Punkt e in einem Lehmsatz, der nicht zu feucht sein darf.

Auf der Leitröhre d ist eine weitere Leitröhre aus Papierhülsen befestigt, welche aus der äussern Röhre b hervorragt und worin sich ebenfalls eine Zündschnur befindet, die, um nicht zu zerreissen, mit dem starken Faden g verbunden ist. Wenn nun das Bohrloch geladen werden soll, so wird zuerst die Zündschnur durch die Leitröhre durchgezogen und durch einige am unteren Ende geschürzte Knoten befestigt. Oben wird sie angezogen, umgelegt und mit einem Zwirnfaden festgebunden. Sodann wird die Papierhülsen-Leitung, worin sich bereits eine Zündschnur befindet, die an beiden Enden etwas hervorragen muss, etwa 4,5 Zentimeter darauf geschoben, indem das Ende der Schnur ebenfalls nach aussen umgebogen wird, so dass es ausserhalb der Blechröhre c d verbleibt. Nachdem nun die aufgeschobene Papierleitung mit einem Faden an die Blechröhre fest angebunden worden ist, wird die darin befindliche Pulverbüchse gefüllt und vermittelst des vorbeschriebenen Deckels geschlossen. Sodann wird die ganze Ladung vorsichtig in die äussere Blechröhre eingesetzt und, nachdem dieses geschehen, der Satz, welcher aus trocknem oder nur wenig angefeuchtetem Lehm besteht, aufgebracht. Das Einbringen des Lehms muss vorsichtig geschehen, und jede Lage ebenso sorgsam mit dem Ladestock festgestampft werden. Ist hiernach die ganze Ladung vollständig beendet, so lässt man die damit versehene Röhre vorsichtig in das Bohrloch hinunter. Dieses geschieht, indem man über dem hölzernen Zapfen, der in jedes fertige Bohrloch zum provisorischen Verschluss gesteckt wird, eine blecherne Röhre aufstellt, die etwas weiter als die äussere Laderöhre sein muss. Durch diese Hülse wird die Ladungsröhre eingesetzt, die Hülse entfernt und der Raum zwischen den Wänden des Bohrloches und der Ladungsröhre mit Sand ausgeschüttet. Wenn auf diese Weise mehrere Bohrlöcher geladen sind, so werden die Mündungen aller Röhren mittelst leichter Brettstücke mit einander verbunden, und über sie weg führt man die Leitungen zu sämmtlichen Ladungen und legt möglichst der Mitte nahe einen Zünder darauf, wodurch das Feuer mit einem Schlage in alle Ladungen gleichzeitig geführt wird. Die Bohrlöcher standen im Mittel etwa 1,0 Meter auseinander und wurden durch 362 Bohrlöcher über 22 Kubikmeter Felsen gesprengt, mit einem Aufwand von 1,25 Kilogramm Pulver, so dass auf jeden Schuss 0,33 Kilogramm zu rechnen war.

Das gewöhnliche Pulver hat bei seiner Anwendung als Sprengmittel

6,5 m. hoher und 0,75 m. weiter Taucherschachte von Eisenblech unter Benutzung komprimirter Luft gehoben und beseitigt; während in früherer Zeit (1830) das Sprengen und Beseitigen eines Kubikmeter 180 Thlr. kostete, stellen sich gegenwärtig dieselben nach dem Bericht des Herrn Hipp nur noch auf 6 ⅔ Thlr.

Digitized by Google

viele Uebelstände: ungenügende Kraftentwickelung, nothwendige grosse Bohrlöcher, erforderlicher starker Besatz, Unwirksamkeit in feuchtem Zustande und sehr starke Rauchentwickelung, die hauptsächlich im Stollenbau belästigend wirkt; diese Nachtheile, die hauptsächlich im Bergbaubetriebe sich geltend machen, haben das Streben hervorgerufen, neue bessere Sprengpulver zu erfinden.

Bei vielen dieser neuen Fabrikate sind die Bestandtheile des alten Pulvers: der Kalisalpeter, die Holzkohle und der Schwefel durch ähnlich wirkende Stoffe ersetzt. So besteht das weisse Pulver von Augendre aus einer innigen Mischung von chromsaurem Kali, Zucker und Blutlaugensalz. Bei andern Sprengmitteln ist der Kalisalpeter ganz oder theilweise durch Natron-, Baryt- oder Bleisalpeter, durch chlorsaures oder chromsaures Kali ersetzt, während an Stelle der Holzkohle, Stein- oder Braunkohle, getränkte oder präparirte Sägespäne, Gerbsäure, weinsteinsaure Salze oder auch zweifach kohlensaures Natron getreten sind.

In andern Sorten fehlt dagegen der Schwefel, und besteht dann wohl das Pulver ausser Salpeter und Holzkohle oder deren Surrogaten noch aus einer Cyan-Verbindung, aus dem gelben oder rothen Blutlaugensalz. Das von Borlinetto in Padua zusammengesetzte Pulver besteht aus salpetersauremNatron, chromsaurem Kali und Pikrinsäure, welch' letzere an sich schon die Eigenschaft und die Wirkung sämmtlicher Bestandtheile des alten Pulvers in mehr oder minder hohem Grade in sich vereinigt.

Alle diese Variationen haben keineswegs den Anforderungen, die besonders die Bergmänner an ein Sprengmittel stellen, genügt und demgemäss wurden in neuester Zeit verschiedene Sprengpulversurrogate erfunden und in den Handel gebracht[1]). Hauptsächlich war es wohl Schönbein, der 1846 als Erfinder der Schiessbaumwolle den Reigen eröffnete.

Die von ihm verwendete gereinigte Baumwolle, mit einem Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure behandelt, dann rein ausgewaschen, hat als Sprengmaterial vielfache Anwendung gefunden; sie braucht beim Laden des Bohrloches nicht komprimirt zu werden und erfolgt die Zündung mit Hülfe einer kleinen Quantität Knallpulver in folge eines Schlages oder Stosses. Die so explodirende Schiessbaumvolle vermag Granitblöcke leicht zu zerreissen. Die Wirkung der Schiessbaumwolle als Sprengmittel wird von Vielen als gleichwerthig mit dem Nitroglyzerin angesehen, während die Kraft des gewöhnlichen Pulvers von ihr um das 10fache übertroffen wird. Um die Wirkung intensiver zu machen, hat man auch wohl die

[1]) Ueber die Stärke der Wirkung des Pulvers und der explodirenden Substanzen überhaupt hat Berthelet eine höchst beachtenswerthe Abhandlung geschrieben, die in extenso im Jahresbericht über die Leistungen der chemischen Technologie für das Jahr 1871 mitgetheilt ist. Gründliche Untersuchungen über Geschützpulver und die seine Explosion begleitenden Erscheinungen wurden vom General Morin und Prof. Berthelet angestellt und deren Resultate in den Comptes rendus 1876 Bd. 82. S. 487 mitgetheilt.

Digitized by Google

Schiessbaumwolle komprimirt, was ohne Gefahr geschehen kann, da dieser Sprengstoff durch Stoss nicht entzündet wird, zur Explosion gebracht, aber wirksamer als Dynamit sein soll.

In neuester Zeit hat man in England unter dem Namen „Cotton gunpowder" ein Schiesswoll-Präparat hergestellt, das aus einen feinen Pulver von blassgelber Farbe besteht und deshalb auch zum Schiessen aus Gewehren gebraucht werden kann; als Sprengstoff soll es von keinem andern übertroffen werden[1]).

Das Nobel'sche Nitroglyzerin, 1862 von dem Schweden Alfred Nobel fabrikmässig angefertigt und als Sprengmittel in die Technik eingeführt, wird dargestellt, indem man eine Mischung von zwei Unzen Schwefelsäure und einer Unze rauchender Salpertersäure macht, diese durch Eis kühl erhält und eine Unze syrupartigen Glyzerins allmälig hineinrührt; das Glyzerin löst sich in der sauren Mischung auf, ohne dass salpetrige Dämpfe frei werden; im Verlaufe der Zeit bekommt die Mischung ein wolkiges Aussehen, was von der Bildung einer gelblichen, ölähnlichen Substanz herrührt, die sich auf der Oberfläche sammelt; das Ganze wird dann in ein ungefähr 50 Unzen kaltes Wasser enthaltendes Gefäss gegossen. Das Nitroglyzerin sondert sich sofort ab und fällt, da es sehr schwer ist, auf den Boden des Gefässes. Das saure Wasser wird abgegossen und das Produkt mit Wasser abgespült, bis die Abspülungen kein Anzeichen auch nur der geringsten Spur von Säure mehr geben. Das so erzeugte Nitroglyzerin ist eine hellgelbe Flüssigkeit vom Ansehen des Olivenöls und 1,6 spezifischem Gewicht, es ist im Wasser unlöslich und eignet sich vorzüglich zu Sprengungszwecken.

Dem Gewichte nach soll sich die Kraft dieses neuen Sprengmittels zu der des gewöhnlichen Sprengpulvers mindestens wie 6 : 1 verhalten, dem Volumem nach wie 9 : 1. Das Nitroglyzerin wird direkt in das mit Letten verdichtete Bohrloch gegossen, der Zünder wird eingesteckt und der Schuss ist fertig. Man braucht nicht den geringsten Besatz und geschieht das Laden sehr schnell.

Es entwickelt weder Gase noch Rauch, ist also sehr passend für den Grubenbau; da es sich mit Wasser nicht mischt, vereinfacht es die Sprengungen unter dem Wasser und verbindet dabei ausserordentliche Kraft. Eine Wassermine soll mindestens dreimal weniger Sprengmasse erfordern, als von gewöhnlichem Pulver.

Der grösste Nutzen besteht bei diesen Sprengarbeiten, ausser der Ersparniss des Sprengmittels, auch in der Arbeit; während man bei Anwendung von Pulver einen bestimmten Effekt bei 15 Zentimeter tiefen und 6 Zentimeter weiten Bohrlöchern erreichte, leistet man dasselbe mit Nitroglyzerin bei 3 Zentimeter weiten Bohrlöchern. Bei Anwendung des Spreng-

[1]) Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt 1876. S. 141.

Digitized by Google

öls verwendet man Patronen aus Blech, Guttapercha oder Papier, die mit Hülfe eines hölzernen Ladestockes langsam und ohne Gewalt in die Bohrlöcher eingesenkt werden; der Besatz darf ebenfalls nur sanft angedrückt werden und besteht aus lose aufzuschüttendem Sand oder Letten; aber auch Wasser kann als Besatzmaterial Anwendung finden.

Die Entzündung der Patrone erfolgt durch Nobel's Patentzünder, mit am untern Ende aufgesetzten Zündhütchen, oder mit kleinen mit Jagdpulver gefüllten Patronen von Holz oder geleimtem Papier, welche mit einer Zündschnur oder einem Zündhalme entzündet werden.

Ein grosses Hinderniss, welches der praktischen Einführung des Nobel'schen Sprengöles, das in kurzer Zeit so vielfache Anwendung fand und so sehr gepriesen ward, entgegentritt, ist seine furchtbare Explosionsfähigkeit; diese veranlasste die verschiedenen Staaten zu der Inaussichtnahme strenger Massregeln für den Verkehr mit diesem, wohl dem energischsten unter allen bis jetzt bekannten Sprengmitteln.

Um das Sprengöl weniger gefährlich zu machen, löst man es in wasserfreiem Methyl-Alkohol; in diesem Zustande ist es nicht explosionsfähig und ist ein auf diese Weise versetztes Nitroglyzerin auf dem Transporte sowohl, wie auf Lager als ungefährlich anzusehen, namentlich wenn dasselbe in Blechflaschen verschlossen ist, so dass eine Verdunstung des Methyl-Alkohols und Zerbrechen der Gefässe nicht stattfinden kann.

Um nun aus dem versetzten Nitroglycerin das Sprengöl mit allen seinen Eigenschaften wieder zu gewinnen, genügt es dasselbe mit Wasser zu behandeln, und schon das zwei- bis dreifache Volumen Wasser ist hinreichend, um fast alles Nitroglyzerin unverändert aus der Lösung abzuscheiden.

Da dies Verfahren sehr umständlich ist, so hat Nobel im Jahre 1867 ein anderes Sprengmaterial unter dem Namen Dynamit in den Handel gebracht. Es erscheint als ein feines, schwach angefeuchtetes, bräunliches Pulver, das geruchlos ist und sich fettig anfühlt, es besteht aus 75 pCt. Nitroglyzerin und ist mit 25 pCt. Kieselguhr (Infusorienerde) innig vermengt. Das Mischen von Nitroglyzerin mit Kieselguhr und das Pressen der Masse zu Patronen hat sich vielfach als äusserst gefährlich erwiesen. Als sicherer wird empfohlen, die Kieselguhr mit Wasser zu einem Teige anzumachen, der in die Form von Patronen gebracht und getrocknet wird. Diese Patronen werden dann in das Nitroglyzerin gebracht, welche dasselbe aufsaugen.

Bei Anwendung von Dynamit kann dasselbe ohne Benutzung von Patronen durch leichten Druck in die Bohrlöcher eingebracht werden. Da jedoch die lose Masse nachtheilig auf den Organismus zu wirken im Stande ist, laborirt man lieber mit den fertigen Patronen; diese müssen das Bohrloch möglichst ausfüllen und werden mit hölzernem Ladestocke fest eingepresst.

Digitized by Google

Zur Zündung verwendet man entweder Schwarzpulver oder Nobel'sche Patentzünder oder einen dynamoelektrischen Induktionsapparat.

Nach Bolley & Kundt bedingen Temperaturveränderungen, starke Hitze, selbst direktes Feuer keine Explosionsgefahr des Dynamits, wenn derselbe sich nicht in Räumen von bedeutender Widerstandsfähigkeit fest eingeschlossen befindet; ebenso wenig wie Feuer rufen intensive, konzentrische Sonnenstrahlen bei nicht fest eingeschlossenem Dynamit eine Explosion hervor. Gefahr der Explosion durch Stoss ist entschieden vorhanden, wenn Dynamit mit grosser Intensivität zwischen zwei Metallkörpern gestossen wird. Der Stoss durch Eisen und Holz, Stein und Holz etc. wirkt nicht explosiv. Gewitter, Blitzschläge bedingen für's Dynamit keine besondere und wesentliche Gefahr. Ob eine Selbstentzündung, wie dies beim Glyzerin der Fall ist, vorkommen kann, möchte sich bis jetzt nicht mit Sicherheit feststellen lassen, da entschiedene Fälle derart nicht beobachtet werden konnten. Das Dynamit kostet zwar viermal so viel als gewöhnliches Sprengpulver, leistet aber das Achtfache. Bestätigen sich die Eigenschaften des Dynamits, wie sie vom Erfinder angegeben werden, möchte es unter allen Sprengmitteln den ersten Rang einnehmen.

Das durchschnittliche Ergebniss vielfacher Sprengversuche hat eine Ersparung von 50—60 pCt. an den Sprengungskosten in den Steinbrüchen und von 30—40 pCt. in den Minen herausgestellt.

Da es nicht immer wünschenswerth ist, so überaus brisante Wirkungen zu erzielen, so werden auch schwächer wirkende Mischungen hergestellt; so besitzt

Dynamit	I.	75 pCt.	Nitroglyzerin	und 25 pCt.	Kieselguhr
-	II.	45 pCt.	-	55 pCt.	-
-	III.	35 pCt.	-	65 pCt.	
-	IV.	25 pCt.	-	75 pCt.	-

Das wirksamste Sprengmittel, welches A. Nobel in neuester Zeit erfunden hat und das er Sprenggallerte nennt, besteht aus 94—95 pCt. Nitroglyzerin und 6—5 pCt. Kolodium-Baumwolle und hat das Aussehen der aus Kalbsfüssen hergestellten Gallerte, die sich ohne Gefahr schneiden und zu Patronen verarbeiten lässt. Vom Wasser undurchdringlich, wird sie wie Dynamit entzündet, ist aber um 30 pCt. wirksamer, wie dies bei Torpedo-Versuchen nachgewiesen worden ist.

Im gefrorenen Zustande verhält sich Nitroglyzerin, nach Ph. Hess, gegen mechanische oder Wärme-Impulse indifferenter als das flüssige Produkt; ob dies aber unter allen Umständen der Fall ist, ob insbesondere ausgebildete Nitroglyzerinkrystalle nach allen Spaltungsrichtungen hin gleich gut zerstörenden Impulsen zu widerstehen vermögen, bleibt noch dahin gestellt.

Der Gefrierpunkt verschiedener Sprengölsorten ist keineswegs der-

Digitized by Google

selbe, und es erfolgt das Gefrieren in der Regel nur partiell und nur dann vollständig, wenn lang andauernde Kälte darauf wirkt. Das Aufthauen erfolgt nur langsam und allmälig. Demgemäss möchte man in der Praxis vielfach nicht in der Lage sein, zu konstatiren, ob ein Nitroglyzerin-Präparat total gefroren ist; sind aber ungefrorene Partikelchen zwischen unelastischen, gefrorenen eingebettet, so sind sie mechanischen Impulsen weit mehr ausgesetzt, als wenn sich das ganze Präparat im weichen Zustande befindet. Hieraus geht hervor, wie vorsichtig man mit gefrornen Dynamiten umzugehen hat, und wie nothwendig es ist, dass in allen Laboratorien, in denen Nitroglyzerin angefertigt und aufbewahrt wird, Heizvorrichtungen vorhanden sind.

Ueber Eissprengungen mit Dynamit theilt die Erbkamsche Zeitschrift 1869 pag. 85 interessante Resultate mit.

Ein anderes Sprengmittel, von Dittmar in Charlottenburg zusammengestellt, besteht aus Nitroglyzerin (in weit geringerer Menge als das Dynamit), womit feine, mit Salpeter getränkte Sägespäne innig vermischt sind; solches Sprengmittel — Dualin genannt — kann verschieden zubereitet werden und besteht dann aus Cellulose, Nitrocellulose, Nitrostärke, Nitromannit und Nitroglyzerin in verschiedenen Verhältnissen, je nach der gewünschten Stärke gemischt. Es ist ein gelblich braunes Pulver, im Ansehen dem virginischen Rauchtabake ähnlich [1]).

Die Patronen stecken in sehr starken Hülsen, da die Sägespäne sich leicht von dem Sprengöle trennen; Ladung und Zündung erfolgt wie beim Dynamit.

Nach Sprengversuchen in den Steinbrüchen bei Hüttendorf (Wien) hat Dualin bei gleichen Gewichtsmengen nahezu gleiche Kraft wie Dynamit, aber weniger „brisante“ Wirkung als dieses; bei gleichem Volumen ist Dualin um 50 pCt. schwächer wie Dynamit. Dualin möchte in weichem Gestein vortheilhafte Verwendung finden, in hartem Gestein ist Dynamit vorzuziehen [2]); auch im Wasser leistet es vorzügliche Dienste [3]).

Bezüglich seiner Ungefährlichkeit möchte sich Dualin wie Dynamit verhalten; da ersteres jedoch in der Kälte unverändert bleibt, letzteres aber beim Sinken der Temperatur unter 8 Gr. C. zu einer festen krystallinischen Masse erstarrt und dann zwar durch starke Hammerschläge, nicht aber durch Knallpräparate oder Pulver zum Explodiren gebracht werden kann, so wäre bei eintretendem Froste dem Dualin der Vorzug zu geben.

Unter dem Namen Lithofracteur ist ein Sprengmaterial neuerdings in den Handel gebracht, das nach J. Trauzl in Wien aus 52 Th. Nitroglyzerin, 30 Th. Kieselguhr und Sand, 12 Th. Steinkohle, 4 Th. Natron-

[1]) Näheres über die Zubereitung des Dualin siehe Jahrbuch für Chemie von Wagner 1870.
[2]) Näheres Zeitschrift des öster. Ingenieur-Vereins 1870.
[3]) Näheres Wochenschrift des österr. Ingenieur- u. Architect.-Vereins 1877 S. 98.

Digitized by Google

salpeter, 2 Th. Schwefel besteht; es bildet eine teigförmige schwarze Masse und ist gegen Stoss und Druck unempfindlich. Seiner Zusammensetzung nach erscheint der Lithofracteur als Dynamit mit einer Art Schwarzpulver vermengt; vielfache Versuche vermögen diesem Sprengmittel eine erhöhte Wichtigkeit nicht zu geben.

Zwei weitere Sprengpulver von A. Nobel bestehen, das eine aus 67 Th. Barium-Nitrat, 12 Th. Kohle, 20 Th. Nitroglyzerin; das andere aus 70 Th. Barium-Nitrat, 10 Th. Harz, 20 Th. Nitroglyzerin.

Diorexin[1]) ist ein neues Sprengmittel, das in den Steinbrüchen und Hafenbauten von Sistiana bei Triest vielfache und befriedigende Verwendung gefunden hat; es besteht aus: 1,50 Pikrinsäure, 6,82 Holzkohle, 9,98 Buchen-Sägespäne, 38,39 Kaliumnitrat, 21,07 Natriumnitrat, 12,20 Schwefel, 9,00 Wasser, 0,50 Verlust; das so zusammengesetzte Sprengmittel hat sich auch beim Kohlenabbau sehr brauchbar erweisen und zeigt bei gleichem Volumen die gleiche Expansionskraft wie das ärarische Sprengpulver, ist aber um 25 pCt. leichter als letzteres und kostet um ⅓ weniger als schwarzes Sprengpulver.

Ein ähnlich zusammengesetztes Sprengpulver, bestehend aus Pikrinsäure, Kali und Natronsalpeter, Schwefel und Sägespänen, wird unter dem Namen Heraklin angepriesen.

Haloxylin, ein Sprengpulver von W. & E. Fehleisen in Cilli (Steiermark), besteht aus 9 Th. Sägespänen, 3—5 Th. Holzkohle, 4—5 Th. Salpeter, 1 Th. Ferridcyankalium.

Ammoniakrut, von Norrbin in Stockholm erfunden, bildet eine schwarze teigige Masse, die im Vergleiche zu Schiessbaumwolle, Nitroglyzerin und Dynamit grössere Gefahrlosigkeit gewähren und bei gleicher Sprengkraft billiger sein soll.

Pyronon von Lonnoy & Comp. besteht aus 52,5 Th. Natronsalpeter, 20 Th. Schwefel und 27,5 Th. gebrauchter Gerberlohe.

Saxifrangin von Wynands besteht aus 76 Th. Barytsalpeter, 2 Th. Kalisalpeter, 22 Th. Holzkohle.

Das Hauptmann Schulze'sche Schiess- und Sprengpulver (Potsdam) ist zusammengesetzt aus zerraspeltem Holz, welches mit einem Gemenge von Salpetersäure und Schwefelsäure, sodann mit einer Lösung von Kalisalpeter oder Barytsalpeter behandelt und getrocknet wurde.

Eines der gewaltigsten Sprengmittel ist pikrinsaures Kali, rein oder gemengt; durch Mischung mit Salpeter oder chromsaurem Kali entstehen jene Präparate, die unter dem Namen Bobeuf-Pulver, Designolles-Pulver, Fontaine-Pulver etc. eine so furchtbare Gewalt besitzen.

Ein neues explosives Gemisch stellt Henry Violette her aus 100

[1]) Dingler's Polytechn. Journal 1877. Bd. 224. S. 532.

Digitized by Google

Theilen salpetersaurem Kali und 50—100 Th. essigsaurem Natron; die Heftigkeit der Explosion ist am grössten, wenn das Gemenge aus gleichen Gewichtstheilen beider Salze besteht.

Unter Pyrolith empfiehlt E. Watteen zum Sprengen sehr harter Steine ein Gemisch aus 12,5 Th. Sägestaub, 67,5 Th. Salpeter, 20 Th. Schwefel; zum Sprengen weniger harter Gesteine wählt er ein Gemisch aus 11 Th. Sägemehl, 57,5 Th. Kalisalpeter, 16 Th. Natronsalpeter, 1,5 Th. Kohlenstaub, 20 Th. sublimirten Schwefel.

Carbozotine, ein Sprengmittel, das in Form von Ziegeln in den Handel kommt, ist aus einem Gemisch zusammengesetzt von: 50—61 Th. salpetersaures Kali, 13—16 Th. Schwefel, 14—16 Th. ausgenutzter Gerberlohe, 9—18 Th. Russ oder Lampenschwärze, 4—5 Th. Eisenvitriol; Alles wird in eine entsprechende Menge Wasser von 110—120° gebracht, abgekühlt, geformt und getrocknet[1]).

Vigorit, ein neues Sprengmittel von Bjorkmann in Stockholm, wird erhalten durch Zusammenreiben von 5—20 Th. Zucker oder Melasse mit 25—50 Th. Salpetersäure und 50—75 Th. Schwefelsäure; von diesem Gemisch, Nitrolin genannt, werden 20—80 Th. mit 15—35 Th. salpetersaurem Kali, 10—30 Th. chromsaurem Kali und 15—35 Th. Cellulose vermengt.

Ein anderes von Prof. Schwarz erfundenes Sprengmittel besteht der Hauptsache nach aus xantogensaurem Kali, das mit kleinen Mengen fein gepulverter Holzkohle und Kalisalpeter vermengt wird[2]).

Das Spalten mittelst eiserner Keile wird angewendet, wenn es darauf ankommt, regelmässig geformte, grosse Werkstücke zu gewinnen; man arbeitet in der Richtung der herzustellenden Spaltflächen nach unten zupespitzte Rinnen von 3 Zentim. Breite und 7—8 Zentim. Tiefe ein; in diese Rinnen bringt man den sogenannten Blechsatz ein (keilförmig zusammengebogene Bleche) und in diesen Blechsatz dann die eisernen Keile; diese eisernen Keile werden nun anfangs durch mässige, dann durch kräftige Schläge mit starken Hämmern angetrieben, worauf die Spaltung in der beabsichtigten Weise erfolgt, vorausgesetzt die Gesteinsmasse, mit der manipulirt wird, war nicht durch Haarrisse vorher schon zerklüftet. In England bedient man sich eines anderen Verfahrens, man bohrt in der Richtung der Sprenglinie in 1,5—2,5 Meter Entfernung 25 Zentim. tiefe Löcher in den Stein, setzt in sie zwei genau schliessende Metall-Federn ein, zwischen welche dann Keile eingetrieben werden, die den Stein sprengen.

Die alten Aegyptier, die ihre Obelisken aus Blöcken von 30 Metern

[1]) Die Beiträge zur Kenntniss der neuen Sprengmittel von Ph. Hess, Hauptmann im Genie-Stabe in Wien, liefern die interessantesten Vergleichsversuche aller neuern Sprengmittel; Dingler's Polyt. Journal 1876. Bd. 221. S. 548.

[2]) Dingler's Polyt. Journal 1877. Bd. 226. S. 512—517.

Digitized by Google

und mehr Länge bearbeiteten, gewannen diese in ihren Steinbrüchen durch das sogenannte Pflocksprengen; der Stein wurde seiner ganzen Länge nach von oben möglichst geebnet, und von unten so weit durch Unterarbeitung weggenommen, dass er nur mit einer Seite mit dem Felsen verbunden war, dann wurden in Entfernungen von 30 Zentim. Keillöcher in das Gestein eingearbeitet; in diese wurden künstlich ausgetrocknete Keile aus Weidenholz eingetrieben, so dass die Löcher vollständig ausgekeilt waren, dann wurden sie mit heissem Wasser angeschüttet und es erfolgte die Sprengung in folge des Aufquellens des getrockneten Holzes; in ähnlicher Weise werden mit Anwendung von Holz- oder Eisenkeilen in Frankreich sowohl wie in Russland grosse Werkstücke gewonnen.

Was das Gewinnen der Steine in den Brüchen betrifft, so geschieht dies entweder in offenen Steinbrüchen (Tagbau) oder in unterirdischen. Das Erste, was nöthig ist um einen Steinbruch anzulegen, besteht beim Tagbau in einer gehörigen Abräumung sämmtlicher Damm- und Lehmerde, die das Gestein sehr häufig überlagern, auch die obersten Steinschichten, zum grössten Theil schon halb verwittert (unreif), müssen beseitigt werden. Das Verfahren nun, um von der völlig zu Tag stehenden Felsart (Kalkstein, Sandstein, Dachschiefer) Baustücke zu gewinnen, oder solche abzubauen, ist nach Lokalumständen äusserst verschieden. Im allgemeinen werden an den Felsen rinnförmige Vertiefungen, Kerben oder Schlitze nach den vorgezeichneten Richtungen, nach welchen eine Masse losgesprengt werden soll, mittelst der Kerb- oder Schlitzkeilhaue gemacht, einem hammerartigen Werkzeug, das in eine Spitze ausläuft, welche der Arbeiter an den Felsen ansetzt und mit einem gewichtigen Fäustel darauf schlägt. Von diesen Schlitzen wird der erste unten an der Sohle der Wand oder in einer gewissen Höhe derselben angebracht. Oft wird dieser Schlitz sehr tief oder zu einem Einbruch (Schramm) erweitert, unter welchen man der Sicherheit wegen Stützen anbringt. Hierauf werden die Seitenschlitze gemacht und in dieselben eiserne Keile eingetrieben mit oder auch ohne Blechsatz, wobei im ersten Falle der Felsen weniger ausgesprengt werden kann. Werden nun die Keile angetrieben, so löst sich nach und nach der Felsblock in der beabsichtigten Weise von der Wand los; man nennt dies Abgerinnen oder Abschlitzen. Sind in einer Gebirgsmasse schon regelmässig horizontale oder vertikale Spalten wie beim Quadersandstein, so werden diese benutzt; die Tiefe und Breite der Schlitze stehen im Verhältniss und sind nach der Gesteinsart verschieden, und nach dieser richtet sich auch die Anzahl der Keile.

In den Steinbrüchen der Vereinigten Staaten Amerikas hat man neuester Zeit die Maschinenarbeit eingeführt. Die hierfür verwendete Maschine stösst, von der geebneten horizontalen Oberfläche aus, gerade vertikale Rillen bis zu 1,8 m. Tiefe in den Stein ein, sie besteht aus einer auf einem Schienengeleise beweglichen Lokomobile mit horizontalem Kessel; die

Digitized by Google

Schwungradwelle setzt einen starken Hebel in Schwingungen, und dieser überträgt die Bewegung mittelst einer starken Zwischenlage von Kautschuk auf lange Meissel, die am Vorderende der Lokomobile in vertikalen Führungen sich befinden. In der Minute erfolgen 150 Meisselstösse. Durch Räderwerk wird der ganzen Maschine eine langsame Vorwärtsbewegung um 1,8 m. in der Minute ertheilt, und es entsteht dabei ein Schramm von 12—25 mm. Tiefe, je nach der Härte des Steines[1]).

Die beste Zeit, um grosse Werkstücke den Steinbrüchen zu entnehmen, ist der Sommer; im Winter sind die Brüche im Gebirge nicht immer zugänglich, und werden Werkstücke im Winter gebrochen, so zerfallen sie häufig durch den Frost oder behalten stete Neigung zur Feuchtigkeit; frisch gebrochne Sandsteine müssen vorsichtig getrocknet werden, da sie sonst gern abschiefern; am besten ist es alle Steinstücke im Bruch bearbeiten zu lassen, um kein überflüssiges Material für den Transport zu bekommen.

In einem Steinbruch der Stadt Paris bei Marcoussis, wo Steine zum Pflastern gewonnen werden, arbeitet man in neuester Zeit mit Maschinen. Der ganze Apparat besteht aus einer Brücke von 18 Meter Spannweite, welche einerseits auf dem entblössten Gestein, andererseits auf einer aus Steinschutt gebildeten Mauer auf Eisenschienen aufruht, in der Längenrichtung des Steinbruches verschiebbar ist und eine Eisenbahn trägt, auf welcher sich vertikal ein Gerüst mit einem 600 Kilogramme schweren Dampfhammer verschieben lässt. Letzterer kann somit drei zueinander rechtwinklige Bewegungen machen und an jedem Punkt des Bruches aufgestellt werden. Ausserdem sind vier geneigte Eisenbahnen vorhanden, wovon die beiden ersten die Bestimmung haben, zur Herausschaffung der bearbeiteten Steine zu dienen, während auf den beiden andern die bei den Erdarbeiten gebrauchten Wagen circuliren. Die Erde vom Abraum wird durch die Arbeiter in Rollen mit beweglichem Boden geworfen, welche sich öffnen, wenn ein Erdwagen darunter weggeht, und diesen so laden. Eine Dampfmaschine von vier Pferdekräften dient zum Betrieb des ganzen Apparates, nämlich zur Verschiebung desselben, zum Betriebe des Dampfhammers und zur Fortbewegung der Waggons; sie muss also den Abraum beseitigen, die abgesprengten Steinblöcke zerspalten und endlich die fertigen Pflastersteine aus dem Steinbruch herauswinden.

Die Gewinnung ist folgendermassen organisirt. Die Abgrabungsarbeiten und das Laden der Wagen werden für sich verdungen und nach Kubikmeter bezahlt, so dass die Steinbrecher blos die Sprengarbeiten, das Vorrichten der Keillöcher für das Spalten durch die Maschine und die schliesslichen Vollendungsarbeiten der Pflastersteine zu verrichten haben.

Das Zerspalten der Blöcke mittelst Maschine geschieht auf Kosten

---

[1]) Engineering 1876. Septbr. S. 276.

Digitized by Google

der Administration und zwar soweit, dass sie durch einen blossen Zurichthammer fertig gemacht werden können, ebenso das Herausschaffen der Pflastersteine und der Erdtransport.

Die sämmtlichen Gestehungskosten betrugen bei 50 000 Steinen nach dem alten gewöhnlichen Systeme des Steinbrechens 11 200 Frcs., bei Anwendung der Maschine 920 Frcs., Ersparniss durch die Maschine 2000 Frcs.

Diese Maschine produzirt jährlich 500 000 Steine, gewährt also eine jährliche Ersparniss von 20 000 Frcs. Die betreffende Maschine selbst kostete 40 000 Frcs., würde aber bei einem zweiten Exemplar billiger zu stehen kommen und könnte auch bei besser eingeübten Arbeitern noch mehr leisten[1]).

Die an den heutigen Techniker herantretende Aufgabe, ganz immense Felsmassen zu bewältigen — wie dies bei den Tunnelbauten nur zu häufig geboten erscheint — trieb zur Anwendung von Bohrmaschinen; ohne solche wäre die Durchtunnelung des Mont Cenis wohl nicht möglich gewesen, und der Entschluss, dieses Riesenwerk der Neuzeit zu unternehmen, spornte eine Menge Techniker an, taugliche Bohrmaschinen zu konstruiren. Die am Mont Cenis angewendete Bohrmaschine ist von Sommeilier[2]) erfunden und wird durch komprimirte Luft betrieben, welche mit dazu dient den vorgetriebenen Richtstollen zu ventiliren. Der Bohrer rückt mechanisch vor und wird die Schnelligkeit seines Vorrückens nach der Beschaffenheit des Gesteins geregelt; er macht stets eine drehende Bewegung und wird dem Bohrloche ununterbrochen ein feiner Wasserstrahl zugeführt. Die Bohrmaschinen, von welchen bis zu 10 Stück auf einem verschiebbaren eisernen Wagengestell in verschiedenen Höhen und Abständen angebracht sind, lassen sich in der Art verwenden, dass es möglich wird, an beliebigen Punkten der Angriffsfläche 60—80 Löcher zu bohren, deren Zahl, Weite und Tiefe sich selbstverständlich nach der Beschaffenheit des zu durchbrechenden Gesteins richtet. Ist die erforderliche Anzahl Bohrlöcher hergestellt, so wird das eiserne Wagengestell auf dem vorhandenen Geleise bis auf eine angemessene Entfernung zurückgezogen, der Stollen durch eine starke Holzwand abgesperrt, nachdem die Bohrlöcher besetzt, und sodann die Sprengung in gewöhnlicher Weise mit Pulver bewirkt.

Dann werden die abgesprengten Gesteinsmassen mittelst kleiner eiserner Transportwägen auf einem besonderen, neben dem Hauptgeleise gelegten, ganz schmalen Geleise an dem die Bohrer tragenden Wagengestell vorbeitransportirt und auf grössere Wagen zur Abfuhr geladen. Nach er-

---

[1]) Eine ausführliche Schilderung des älteren und neueren Betriebs in den Steinbrüchen von Marcoussis mit Abbildungen befindet sich im Programme au Résumé des Leçons d'un cours de Constructions par Sganzin-Reibell. Première partie (Matériaux de Construction.) Paris 1867.

[2]) Sommeilier's Bohrmaschine ist im „Armengaud aîné, Publication industrielle" 14e. Vol. Pl. 8 sehr detaillirt dargestellt und beschrieben.

Digitized by Google

folgter Räumung wird das Wagengestell mit seiner Bohrmaschine wieder „vor Ort" gebracht und die Bohrarbeit von neuem begonnen. Die Herstellung der erforderlichen Zahl von Bohrlöchern erfolgt in einem Zeitraum von durchschnittlich 6 Stunden wobei ein Theil der Zeit zur Verstellung der Bohrmaschine, Auswechselung der Bohrer etc. erfordert wird. Ein gleicher Zeitraum ist zur Zurückführung des Wagengestells, zur Absprengung und Wegräumung der Gesteinsmassen und zur Verschiebung des Wagengestells mit der Bohrmaschine nothwendig, so dass bei ununterbrochener Arbeit, welche durch regelmässige Ablösung erhalten wird, in 24 Stunden zweimal gesprengt werden kann.

Um einen ungefähren Anhaltspunkt für das Vortreiben des Stollens zu erhalten, sei hier erwähnt, dass in quarzigem Thonschiefer Bohrlöcher von 1,20 Meter bis 1,40 Meter eingetrieben wurden, und es auf diese Weise möglich wurde, bei zweimaliger Sprengung in 24 Stunden den Richtstollen um 2 Meter bis 2,5 Meter vorzutreiben.

Eine neuere Konstruktion, die von Perret erfundene Bohrmaschine sei hier noch in kürze erwähnt; sie besteht aus einem Drehbohrer und erhält zu ihrem Motor am zweckmässigsten Wasser bis 20 Atmosphären, das zugleich zur Spülung der Bohrlöcher dient. Die Bohrstange kann mit allen Arten von Schneidinstrumenten, welche auf Drehung arbeiten, versehen werden, auch Ringbohrer finden Anwendung; hierbei wird dann nur ein ringförmiger Raum in Bohrmehl verwandelt und es bleibt ein Steincylinder von der Felsmasse stehen, der von zeit zu zeit an seiner Wurzel abgebrochen werden muss. Hierzu dient ein Stahlring von 5 mm. Wanddicke, 40—60 mm. Länge und von dem Durchmesser, den man dem Bohrloch zu geben beabsichtigt — gewöhnlich zwischen 32—60 mm. — dieser Ring wird am vorderen Ende der Bohrstange befestigt; seine vordere Ringfläche enthält mehrere schwarze Diamanten, welche etwa 8 mm. auf der Peripherie des Ringes von einander ab-, und höchstens 0,5 mm. vor der Stahlkante vorstehen; diese Diamanten vollführen daher einen Kreisschnitt im Gestein, in welchem der Stahlring bequem sich fortbewegen kann.

Die Ersparniss an Arbeitskraft und Arbeitszeit wird vom Erfinder dieses Apparates sehr hoch veranschlagt, denn mit dem vierten Theil der Mannschaft kommt man viermal schneller gegenüber der Bohrarbeit mit der Hand vorwärts. Solche Bohrmaschinen werden wohl zu 8 auf ein festes Gestell gebracht, wobei der betreffende Wagen sich nicht wesentlich von dem im Mont Cenis-Tunnel angewendeten unterscheidet; eine Abbildung dieser Maschine ist vom Professor Baumeister in der Försterschen Bauzeitung Jahrgang 1868—1869 pag. 49 mitgetheilt und näher beschieben.

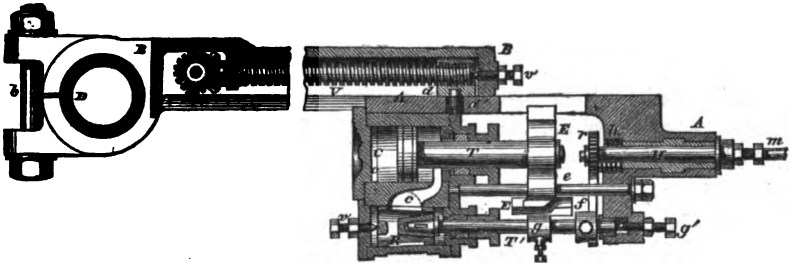
Eine vorzügliche Leistungsfähigkeit wird auch der Bohrmaschine von Schwartzkopf zugeschrieben; sie ist im Stande per Minute 1200 Schläge zu verrichten, arbeitet jedoch mit Vortheil langsamer. Einzelne Urtheile

Digitized by Google

über die Schwartzkopf'sche Bohrmaschine lauten dahin, dass sie mehr leiste als die Maschine von Sommeilier.

Bei der grossen Wichtigkeit der Bohrmaschine möge die von Schwartzkopf in Berlin konstruirte hier Platz finden. Der Bohrapparat (Fig. 10) wird durch eine Platte A getragen, die sich vorn rechtwinklig umbiegt und dem Bohrkolben H, an welchem der Bohrer festsitzt, zur Führung dient. Der Bohrer ist nicht direkt am Cylinderkolben T, wie bei allen andern Maschinen dieser Art befestigt, sondern es stösst letzterer bei seinem Vorgehen an den Bohrerkolben H und treibt so den Bohrer in's Gestein; die Rückbewegung bewirkt eine Spiralfeder bei h, die sich um den Kolben H ringelt. Der einseitig wirkende Kolben wird in dem, durch Dampf oder komprimirte Luft gespeisten Cylinder C sammt der starken Kolbenstange T' bewegt, und ist die Einströmung geregelt durch die Wilson'sche Hahnsteuerung vermittelst der s förmigen Koulisse. Die von der Maschine sehr regelmässig besorgte Umsetzung geschieht durch die Rotation des am Bohrkolben H befestigten Schaltrades, welche ruckweise Umdrehung durch die Steueraxe besorgt wird.

Fig. 10.

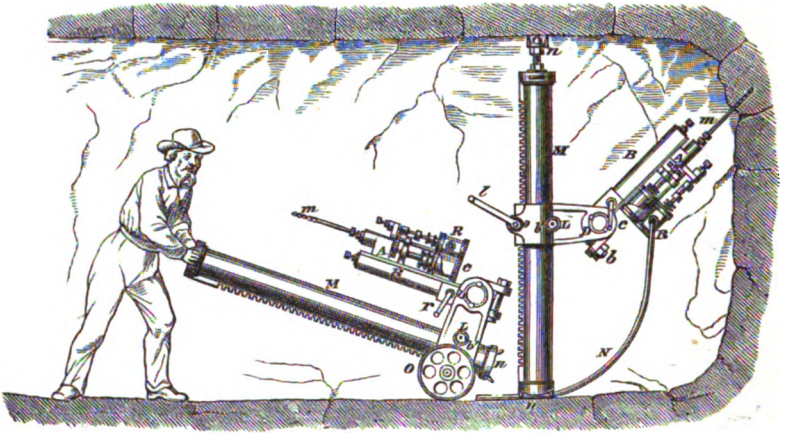


Je nachdem die Lochtiefe vorschreitet, muss die ganze Maschine von dem Hülfsarbeiter in dem Masse vorwärts geschroben werden, als dieser die Gesteinswiderstände fühlt. Dieses Vorschrauben erfolgt vermittelst Kurbel, Zahnradumsetzung und Schraube, deren Mutter die Maschine trägt und in dem Bette V geführt wird. Die ganze Maschine, welche sich durch ihre Leichtigkeit auszeichnet, kann sich vertikal um ein fest klemmbares Charnir drehen. Dieses Charnir kann an einer im Stollen eingeklemmten aufrecht stehenden Säule auf- und abwärts geschoben werden, und ist man dadurch, weil die Säule nach jeder horizontalen Richtung senkrecht darauf sich stellen lässt, in der Lage, dem Bohrer selbst jede denkbare Stellung zu geben, wie dies die Fig. 11 zeigt. Die komprimirte Luft wird aussen durch Wasser- oder Dampfkraft erzeugt, in stabilen dichten Röhren

Digitized by Google

bis nahe „vor Ort“ gebracht und schliesslich durch flexible Schläuche in den Maschinencylinder geleitet, aus dem später wieder austretend sie den Bau vortrefflich ventilirt. Der Bohrer ist schraubenförmig gewunden und wirft hierdurch von selbst das genässte Bohrmehl aus dem Bohrloche heraus.

Fig. 11.



Eine andere Bohrmaschine, die mittelst Kurbel und Menschenkraft in Betrieb gesetzt werden kann ist von Schuhmann konstruirt und arbeitet mit bestem Erfolg bereits seit 1857 auf dem Rothschönberger Erzstollen bei Freiberg [1]).

Die im Gotthardtunnel angewendeten Bohrmaschinen gehören vorherrschend dem System der Perkussions-Maschinen an, besonders arbeiten daselbst die verbesserten Apparate von Sommeiller, Dubois-François, Ferraux, Mac-Kean und Turellini.

Nach den gemachten Erfahrungen können diese Maschinen in bezug auf ihre Leistungsfähigkeit nahezu gleichgestellt werden; in einer Stunde erzeugen diese Maschinen eine Bohrtiefe von 2,7 m., so dass in 24 Stunden im harten Gneisgranit ein 4,00 m. langer Stollen von 6—7 qm. Querschnitt hergestellt werden kann.

Nicht unerwähnt kann der Umstand bleiben, dass der Perkussions-Bohrmaschinenbetrieb mit Lufttransmission unter allen Umständen sehr kostspielig ist, und hat man deshalb wohl die Vortheile der Rotationsbohrer wieder ins Auge gefasst; in diesem Sinne ist es in neuester Zeit dem Ing. Alfred Brand gelungen, die Idee des Rotationsbohrers nach dem Kern-

[1]) Zeichnung und Beschreibung siehe: Lehrbuch der gesammten Tunnelbaukunst von Franz Rziha (1867, Berlin, Ernst & Korn).

Digitized by Google

bohrerprinzipe für alle, auch für die härtesten Gesteinsarten zu verwirklichen, und ersetzt er dabei die kostspielige Lufttransmission durch Transmission von Wasser unter hohem Druck; hierdurch wird in ökonomischer Beziehung viel gewonnen[1]).

Ueber die Bohrmaschinen-Arbeit im Gotthardtunnel sind vom Ingenieur Dolezalek gründliche Mittheilungen gemacht worden, auf welche hier verwiesen wird[2]).

Von der Bearbeitung der Werkstücke.

In den meisten Fällen werden die aus den Steinbrüchen in roher Form gelieferten Gesteine in den Steinmetzwerkstätten zu kunstgerecht hergerichteten Werkstücken, Schnittsteinen oder Quadern verarbeitet; das rohe Gesteinsstück hat den Arbeitszoll, d. h. ist um 3 Zentimeter nach allen Dimensionen grösser, als das daraus herzustellende Werkstück selbst; die erste rohe Bearbeitung im Steinbruch nennt man das Bossiren. Auf dem Arbeitsplatze wird der Stein aufgebänkt, d. h. auf etwas erhöhte Unterlagen aus Holz oder andern Werkstücken bestehend gebracht, so dass der Steinhauer stehend oder sitzend daran arbeiten kann. Auf der, als die passendste ausgewählte und nach oben gebrachte Fläche des Steines wird am besten an einer der langen Seiten ein sogenannter Schlag gemacht. Ein solcher besteht aus einer schmalen, etwa 3 Zentimeter breiten Fläche, die mit dem Schlageisen nur eben so tief in die Oberfläche des Steins hineingearbeitet wird, dass keine Vertiefungen darin bleiben und das Richtscheid (ein gerades Lineal) der Länge und Dicke nach darauf liegen kann. Ist dieser Schlag fertig und so bearbeitet, dass er für eine schmale Ebene gelten kann, so wird an den beiden Ecken der gegenüberliegenden Kante derselben Begränzungsfläche des Steins ein zweiter Schlag so angefangen, dass diese Anfänge mit dem fertigen Schlage in einer Ebene liegen, man erreicht dies durch Visiren. Sind die Schläge nach allen vier Seiten hergestellt, so muss die Erhöhung, welche in der Mitte stehen geblieben ist und der Posten heisst, niedergearbeitet werden. Bei weichen Steinen nimmt man hierzu den sogenannten Zweispitz und arbeitet den Posten im gröbsten ab, hierauf folgt die Be-

[1]) Ueber die Gesteinsbohrmaschine von Burleigh, Darlington u. a.: Zeitschrift des Vereins der Ingen. 1875 S. 715; Dingler's Journ. 208, S. 291; der Darlington-Gesteinsbohrer von Dr. A. Gurlt. Bonn 1875.

[2]) Dolezalek, Bemerkungen über Bohrmaschinen-Arbeit im Gotthardtunnel: Zeitschrift des Arch.- u. Ingen.-Vereins in Hannover, Jahrg. 1878 S. 42, 473.

Digitized by Google

arbeitung mit dem sogenannten Krönel-Eisen, das zwei breite vielgezähnte Bahnen hat, und vollendet wird sie mit dem Scharrireisen.

Bei harten Steinen nimmt man zuerst das Spitzeisen, dann einen schweren Zahnhammer mit breiter zahniger Bahn und zuletzt den Stockhammer, welcher eine viereckig flache Bahn hat, auf der sich kurze starke, etwas stumpfe Zähne in Reihen befinden; auf diese Weise erhält die bearbeitete Fläche ein mehr oder minder feinkörniges Ansehen.

Ganz glatte Flächen werden mit dem breitschneidigen Schlageisen hergestellt; gestreifte Flächen liefert das noch breitere Scharrireisen.

Das Bestreben, auch die Bearbeitung von Werkstücken durch mechanische Vorrichtung zu vermitteln, hat zu der Konstruktion von Steinbearbeitungsmaschinen geführt; so wurde z. B. durch den Engländer J. C. Holmes eine sinnreiche Maschine[1]) konstruirt, welche vollständig die Wirkung nachahmt, die mittelst Hammer und Meissel durch die Handarbeit der Steinmetzen hervorgebracht wird. Die wesentlichsten Theile einer solchen Maschine bestehen aus einer Grundplatte, auf welcher der zu bearbeitende Steinblock befestigt werden kann, und aus einer armartigen Vorrichtung mit dem Meisselträger, welche über das zu bearbeitende Werkstück abwechselnd von einem Ende zum andern geführt wird. Ein Uebergehen mit schmalen Meisseln entfernt zuerst vom Quaderstück die grösseren Unebenheiten, während dann die folgende Ueberarbeitung mit breiten Eisen genaue und völlig abgehauene Flächen giebt.

Die Maschine ist auch so eingerichtet, dass sich jede beliebige Anzahl von gleichen Werkstücken ohne Anwendung der sogenannten Lehren herstellen lässt, auch können hohle und gewölbte Flächen, wie sie bei Gewölbesteinen nothwendig sind, gewonnen werden.

Für den gewöhnlichen Bedarf hat die Maschine einen Meisselträger von 1 Meter Länge, mit einer Hin- und Herbewegung von 2,60 Meter, und lässt sich hiermit eine Quader bis zu 3,30 Meter Länge und 1 Meter Breite bearbeiten. Zum Zweck des Transportes wird das Hauptgestell mit Rädern versehen und, wenn nöthig, ein Krahn mitbeigegeben.

Nach Holmes Versicherung lässt sich durch diese Maschine bei Quadern von der ebenerwähnten Grösse täglich 20—25 □ Meter bearbeitete Steinoberfläche herstellen, wobei die gelieferte Arbeit von ausgezeichneter Qualität ist. Kleine Maschinen für Fenstergewände, Gesimse etc. beanspruchen zu ihrem Betriebe nur einen Radtreiber. Das Nähere, Abbildung und Beschreibung findet man im Engineer, 1868 pag. 489[2]).

Die neueste Steinbearbeitungsmaschine in London von Ransome gleicht einer Stahl-Hobelmaschine; statt des feststehenden Schneidestahls ist hier aber ein Bohrkopf vorhanden, der sich in der Minute 500 mal um

[1]) Iron 1874. Mai S. 552.

[2]) Eine Maschine zum Behauen von Mühlsteinen, die sich praktisch bewährt haben soll, von dem Engländer Walker konstruirt, siehe Pract. Mechan. Journ. 1869 pag. 340.

Digitized by Google

seine vertikale Axe dreht. Derselbe enthält 3 schrägstehende Schneidscheiben, die durch im innern angebrachte konische Räder eine eigene Drehbewegung erhalten. Die Drehung des Bohrkopfes erfolgt direkt durch eine darüber angebrachte Dreicylindermaschine. Nach Berichten soll diese Burton und Trier's Steinbearbeitungsmaschine ganz ausserordentlich befriedigende Leistungen erzielen[1]).

Zur Herstellung von Kehlungen an Werkstücken wurde eine Maschine nach dem Prinzip der gewöhnlichen Eisenhobelmaschine gebaut, die nach vorliegenden Berichten in London bei den bedeutendsten Staatsbauten seit Jahren sich in Betrieb befindet. In hartem Stein wird in einer viertel Stunde eine gewöhnliche gerade Kehlung auf eine Länge von 1,2 m. in vollkommenster Ausführung hergestellt[2]).

Zur Bearbeitung von Sandstein hat neuerdings das Steingeschäft von G. Eckel in Aschaffenburg Steinsägen, Hobelmaschinen und Steinschleifmaschinen mit bestem Erfolge in Betrieb gesetzt und befriedigende Resultate erzielt[3]).

Um rohe Granitblöcke zu allen möglichen Bautheilen, wie Platten, Plinten, Mauer- und Gewölbe-Quadern, Treppenstufen, Säulen, Gesimsen etc. ja selbst Kanalröhren herzustellen, hat der Baumeister G. J. Schmidt in Ober-Peilau bei Reichenbach (Schlesien) eine patentirte Steinbearbeitungsmaschine in Betrieb gesetzt, die sich durch vollständige Ausnutzung des Rohmaterials, schnelle und genaue Arbeit auszeichnet, und so billig arbeitet, dass überall, wo jetzt Cementguss verwendet wird, derselbe durch Granit ersetzt werden kann[4]).

Zur Herstellung steinerner Fenster- und Thürgewände, Treppenstufen, Pfeiler etc. liess die bekannte Londoner Firma Ransome in der letzten Pariser Ausstellung eine Maschine mit drei verschiedenen Werkzeugen arbeiten. Meissel mit kleinerm Durchmesser rotiren in der Minute 1000, solche mit grösserm Durchmesser 480 mal. Bei der raschen Umdrehung der Werkzeuge arbeiten diese Maschinen sehr sanft, und es wird in einer Minute 19 m. glatte Fläche auf Kalkstein hergestellt, während bei Bearbeitung von Granit die Hälfte geleistet wird. Weiter wird von dieser Maschine hervorgehoben, dass nur ein umsichtiger Arbeiter zur Beaufsichtigung ausreiche, wobei in gleicher Zeit eine Arbeitsleistung erzielt wurde, zu der bei Handarbeit etwa zwanzig geschickte Steinmetzen nöthig sind[5]).

Zur Bearbeitung fester Steinsorten, wie Marmor, Kalksteine, Sandsteine hat auch Anderson unter dem Namen Mastodon Stone-Dresser eine Maschine erfunden, die einer Eisenhobelmaschine ähnelt; bei angestellten

[1]) Engineering 1877. März S. 247.
[2]) Moniteur industriel belge 1878. S. 29.
[3]) Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt 1875. S. 83.
[4]) Siehe: der Maschinenbauer 1878. S. 227.
[5]) Siehe: der Maschinenbauer 1879. S. 1.

Digitized by Google

Proben zu Quincy (Illinois) bewährte diese Steinbearbeitungsmaschine ihre praktische Tüchtigkeit, indem sie mit Leichtigkeit harte Steinquadern mit völlig ebenen und schönen Flächen herstellte; Granite und sehr harte quarzige Mühlsteine werden mit Meisseln bearbeitet, welche mit schwarzen Diamanten armirt sind, wobei dann die Geschwindigkeit des Maschinenbetriebs 100mal erhöht werden kann; Abbildung und Beschreibung dieser Maschine im Scientific American 1871, pag. 223.

Eine andere sehr sinnreiche Maschine zur Bearbeitung von Marmor und anderen Gesteinen, die hauptsächlich dazu eingerichtet ist, Gesimse aller Art aufs schärfste auszuführen, befindet sich in allen Details dargestellt und beschrieben in der Publication industrielle par Armengaud aîné. 7e. Vol. Pl. 1. Im 10. Vol. Pl. 39 desselben Werkes ist eine Maschine dargestellt von M. Dutel und M. Valet konstruirt, die bei vorhandenem Modell dasselbe entweder in gleicher Grösse oder verkleinert in Marmor kopirt.

Will man bei Herstellung von Quadern die Verluste, die immer durch das Bearbeiten mit den verschiedenen Steinmeisseln entstehen, verhindern, so wird der Stein gesägt, und man wendet dies selbst bei den härtesten Gesteinen an.

Plinius schreibt die Erfindung, den Marmor in Tafeln zu zerschneiden und so die Ueppigkeit zu vervielfältigen, den Kariern zu und sagt, es geschieht dies mit Sand und nur scheinbar mit Eisen, indem die Säge den Sand in einer schmalen Linie drückt und durch dessen Umdrehung beim Hin- und Herziehen den Stein durchschneidet. Zum Marmorsägen verwendeten die Griechen einen Sand, den sie aus Afrika, ja sogar aus Indien bezogen, der erstere gab Sägeschnitte ohne rauh zu machen, der letztere glättete nicht so gut, doch sollen die Polirer, wenn er geglüht ist, die Platten damit reiben. Später entdeckte man einen minder guten Sand an einer seichten Stelle des adriatischen Meeres, die man aber nicht leicht findet, da nur die Ebbe sie bloslegt. Jetzt haben betrügerische Arbeiter es unternommen, mit jeder Art Flusssand zu schneiden, und den Nachtheil davon bemerken nur Wenige. Der gröbere Sand nämlich macht breitere Durchschnitte, nimmt mehr von dem Marmor weg und lässt auch eine rauhe Fläche zu glätten zurück. So werden die geschnittenen Platten dünn. Zum Glätten nimmt man den tebaischen Sand oder solchen, den man aus einem porösen Stein oder aus Bimsstein bereitet. (Plinius lib. XXXVI. 6 u. 9.)

Unsere Steinsägen (Schwertsägen) bestehen aus Eisen oder Kupfer und sind bei harten Steinen zahnlos, bei weichen mit kleinen Zähnen versehen; das Sägen erfolgt entweder durch Handarbeit oder auf eigens konstruirten Sägemühlen und findet man solche vielfach in den grossen Steinbrüchen und Lagern im Salzburgischen, in Tyrol, in Schlesien, am Harz und in Franken. In die Schnittfugen wird scharfer Sand oder gestossenes

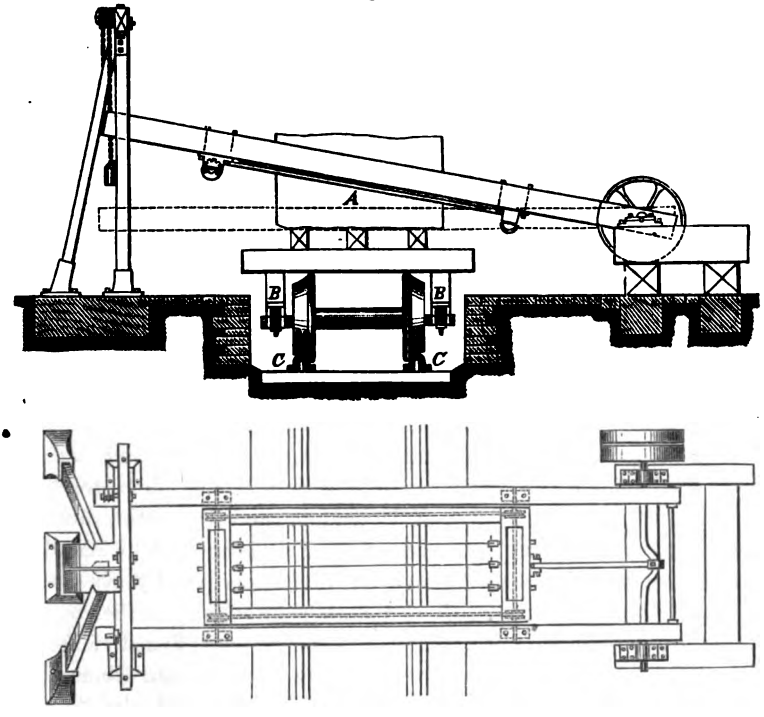
Digitized by Google

Feuerstein- oder Glaspulver mit Wasser eingebracht, bei sehr harten Steinen werden Schmirgel und Abgänge von Zinn und Blei ebenfalls mit Wasser eingetröpfelt.

Eine sehr praktische, in England vielfach in Verwendung kommende Steinsägemaschine giebt die untenstehende Fig. 12.

Der zu sägende Steinblock A wird auf einem Rollwagen B auf einer kleinen Eisenbahn C unter die Säge geführt. Ein starkes hölzernes Gerüst trägt die Lager der Triebwelle, die in der Mitte gekröpft und an einem Ende mit Riemenscheiben versehen ist. Eine Kurbelstange verbindet

Fig. 12.



dieselbe mit dem Sägegatter, mit welchem sie in einem Gelenke zusammen gehängt ist. Das Sägegatter besteht aus zwei gusseisernen durchbrochenen Querstücken und zwei Längenhölzern, welche durch Schraubenbolzen mit einander verbunden sind. In diesem Gatter sind auf gewöhnliche Weise mehrere Sägeblätter ausgespannt.

Das Sägegatter bewegt sich innerhalb eines langen hölzernen Rahmens, welcher an die Triebwelle befestigt ist und um diese eine schwin-

Digitized by Google

gende Bewegung annehmen kann. Der vordere Theil desselben liegt zwischen vertikalen Ständern eines leichten Gerüstes, dessen einzelne Balken durch Bolzen mit einander verbunden und gegen den Boden in gusseisernen Schuhen eingesteckt sind. Von dem Rahmen aus gehen Ketten über Rollen und das daran hängende Gewicht dient zur Regulirung des Druckes, mit welchem die Säge auf dem Stein arbeiten soll.

Eine Steinsäge mit Dampfbetrieb, von Mr. Pomble aîné konstruirt, ist dargestellt und beschrieben im Portefeuille de Machines 1861. Pl. 19—20. Eine andere, erst kürzlich in England eingeführte Steinsäge, die gegen andere viele Vortheile bietet, findet sich beschrieben und abgebildet im Maschinenbauer 1872, pag. 50.

In neuerer Zeit verwendet man zum Steinsägen auch wohl kreisförmige Sägeblätter mit eingesetzten Diamant- oder Stahlzähnen. Die Emerson'sche Steinsäge hat 1,85 m. im Durchmesser mit 48 Diamantzähnen und bearbeitet Steine bis zu 4,3 m. Länge und 1,33 m. Dicke, wobei die Leistung die von 100 Handsägen übertreffen soll[1]).

Vollständig bewährt soll sich eine Steinschneidemaschine in den Steinbrüchen Italiens haben, die von N. Graziosi in Rom gebaut wurde; diese Maschine arbeitet nach zuverlässigen Nachrichten in den Steinbrüchen bei Rom und Neapel mit den besten Erfolgen[2]).

Eine noch weitere vollendetere Bearbeitung der Schnittsteine besteht im Schleifen und eventuell im Poliren der Steinflächen. Zum Schleifen bedient man sich gewöhnlich eines anfangs gröbern und dann feineren Sandsteins; wenn der Stein dadurch so eben geworden ist, dass man keine bedeutende Rauheit mehr fühlt, so wird derselbe, nachdem man ihn vom Schliffe gereinigt hat, mit glühenden Kohlen, die sich auf einem kleinen tragbaren Roste befinden, erwärmt und mit dem sogenannten Steinkitt, einem Gemenge von Kolophonium und Terpentin, überfahren. Dieser Kitt dringt in die Poren der Steinoberfläche und gleicht dieselbe vollständig aus; hierauf schleift man die Steinfläche wohl noch mit Bimsstein und erwirkt dadurch nach und nach eine schöne, bleibende Politur. Auch Zinnasche, Tripel, Holzkohle, Korkkohle, mit Flanell aufgerieben, sind im Gebrauch. Zur Politur des Granites benutzt man Zinnasche und Rotheisenstein, zu der des Serpentin Speckstein. Um Alabaster zu poliren, verwendet man fettige Substanzen, indem mit einem Brei von Milch, Seife und Kreide die Oberfläche geschliffen und dann mit erwärmtem Flanell abgerieben wird, wodurch ein wachsartiges Ansehen entsteht. Basalt wird mit schwarzem Marmor und Holzkohle polirt.

Das Färben von natürlichen Gesteinen beschränkt sich vorherrschend auf den hellfarbigen Marmor; die Griechen verwendeten bei vielen ihrer

---

[1]) Scient. American 1874. Septbr. S. 159.

[2]) Maschinenbauer 1874. S. 229.

Digitized by Google

Tempelbauten die Polychromie und findet man noch jetzt die Farbenspuren davon. Die rothe Farbe wurde durch Drachenblut hervorgebracht, welches auf den erwärmten Marmor aufgestrichen wurde; die gelbe Farbe wurde durch Gummigutt, die braune durch Asphalt, die violette durch Asphalt und Drachenblut, die grüne durch Aloë-Saft mit Terpentinöl erzeugt.

Um dem weissen Marmor einen haltbaren gelben Farbton zu geben, hat R. Weber in Berlin ein Verfahren ermittelt; er löst in 85—90 prozentigem Weingeist neutrales eingedampftes Eisenchlorid auf; mit der mässig erwärmten Lösung wird dann der mässig erwärmte Marmor bestrichen oder übergossen. Hellere Töne werden durch entsprechend verdünnte Lösungen erzielt, wobei das Tränken der Steinoberflächen wohl mehrmals wiederholt wird. Nach erfolgter Trocknung wird der Marmor mit Wasser benetzt oder auch nur der feuchten Luft ausgesetzt, wobei die Zersetzung des Eisensalzes in der oberen Schicht eingeleitet wird und sich der Farbprozess in kurzer Zeit vollendet. Die Fläche kann dann geschliffen werden, oder, wenn der Schliff bereits erfolgt ist, muss ein Abreiben der Flächen mit genässtem Zeuge ausgeführt werden; weder an Politur noch an Festigkeit büsst der so gefärbte Marmor etwas ein.

Die Konzentration der alkalischen Eisenlösung bedingt die Intensität der Färbung; durch Zusatz von geringen Mengen von Manganchlorür kann eine Farbennüanzirung von gelben und rothen Tönen erzielt werden.

Andere Farbtöne auf ähnlichem Wege auf Marmor zu erzeugen, ist dem Erfinder des eben beschriebenen Verfahrens noch nicht geglückt.

Mit Glück lässt sich auch in vielen Fällen das Aetzverfahren auf Marmor anwenden und ersetzt dann wohl die kostbaren Gravirarbeiten auf Tischplatten und Kaminen etc.

Als Deckgrund ist für weissen Marmor zu empfehlen: 6 Th. Wachs, 2 Th. Harz, 2 Th. venetianischen Terpentins, 1 Th. Ultramarin; für schwarze oder anderweitig farbige Steine dient als Zusatz zum Wachs, Harz und Terpentin, 1 Th. Chromgelb. In den trocken gewordenen Aetzgrund wird die betreffende Zeichnung einradirt und dann geätzt, wozu man am besten 1 Th. Schwefelsäure mit 4 Theilen Wasser vermischt. Die Ränder des Deckgrundes mit reinem ölfreiem Wachs, in Terpentin gelöst, scharf nachzugehen, ist, um scharfe Konturen zu erlangen, sehr wünschenswerth. Nach 2 Stunden erlangt die Aetzung eine hinreichende Tiefe; nach Abgiessen der Säure, die in einen erhöhten Wachsrand eingegossen war, ist die Platte mit Wasser sorgfältig abzuspülen und der Oelgrund nach gelindem Erwärmen mittelst Terpentinöl abzuwaschen.

Bei dem Mangel, welcher besonders in Amerika in bezug auf Arbeitskräfte sich so häufig geltend macht, wurde von dem Amerikaner Blake eine Steinbrechmaschine zur Herstellung von Chausseesteinen erfunden, und figurirte dieselbe schon auf der Weltausstellung in London 1862; im

Digitized by Google

Engineer, Jahrgang 1864 pag. 313, ist sie dargestellt und beschrieben. Dieser Steinbrecher wurde auch auf unserm Kontinent vielfach zur Ausführung gebracht, und besonders war es die Maschinenfabrik von Schwartzkopff in Berlin, die eine Steinbrechmaschine ausführte, in der der Grund-

Fig. 13.

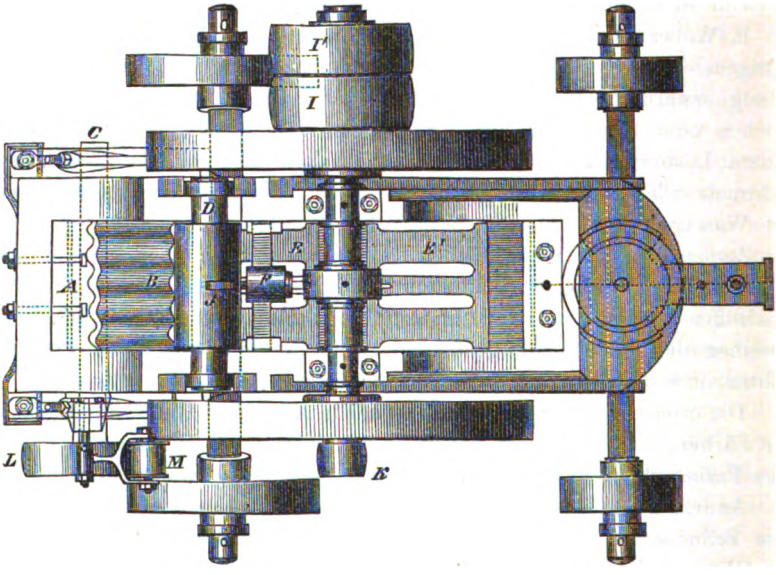
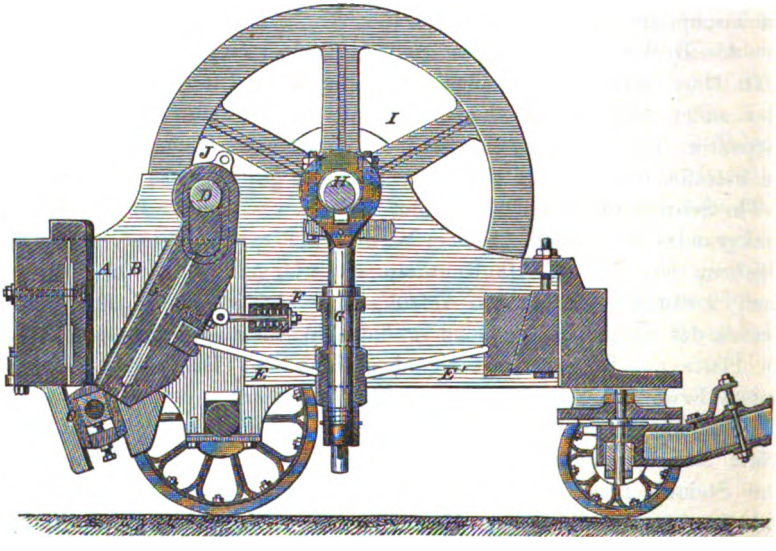


Fig. 14.



Digitized by Google

gedanke der Blake'schen Maschine beibehalten wurde, aber bei der konstruktiven Ausführung mancherlei Verbesserungen Platz fanden.

Figur 13 und 14 stellen diese Maschine dar; A und B sind die beiden Kinnladen oder Laden der Quetsche, A steht fest und vertikal, B ist beweglich und schliesst mit A einen circa 72 Grad messenden Winkel ein, indem sie um die festliegende Axe D in kleinen Schwingungen oscillirt. Diese Bewegung wird der Lade durch den Kniehebel EE' mittelst des Kurbelgetriebes GH von der Schwungradwelle H aus mitgetheilt, und zwar so, dass der Kniehebel die Lade B gegen die aufgegebenen Steine drückt, während der Rückgang von B durch die Gummifeder F bewirkt wird. Der Kniehebel ist mittelst der hinter dem Schenkel E' liegenden Keilvorrichtung verstellbar. Die Walze C bewirkt das regelmässige Auswerfen des Steinschlags und erhält ihre Bewegung durch Riemenbetrieb von der Hauptwelle H aus mittelst der Scheiben K und L nebst der Spannrolle M.

Der Betrieb der Schwungrad- und Kurbelwelle H geschieht durch Riemenbetrieb, für welchen die Scheiben J und J' angebracht sind, als Kraftmaschine dient in der Regel eine Lokomobile; die Maschine endigt unten in einem vierräderigen Wagen. Die ersten angestellten Versuche zur Verkleinerung von Chausseesteinen haben laut den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen äusserst günstige Resultate nachgewiesen; die nothwendig werdenden Reparaturen jedoch, das starke Geräusch, welches die Bruchmaschine beim Betriebe veranlasst, endlich der verhältnissmässig geringe Preis, welcher für das Zerkleinern von Chausseesteinen zur zeit noch besteht, sind die Veranlassung, dass die allgemeine Einführung dieser Maschine beim Strassenbau noch unterblieben ist, jedenfalls aber leistet sie vorzügliche Dienste Erze zu zerkleinern für Hohofenanlagen, Aufbereitungen, Glasurmühlen, Thonmühlen etc.

Vielfach hat man es in neuerer Zeit versucht die Blake'sche Maschine so zu verbessern, dass sie zur Herstellung von normalen Chausseeschottern sich eigne; solche Verbesserungen sind hauptsächlich von Archer, Marsden und Hall ausgegangen; ob diese Verbesserungen die bisher bestehenden Bedenken über die allgemeine Einführung der Steinbrechmaschinen für Beschaffung eines gleichmässigen würfelförmigen Schotters gehoben haben, kann mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden[1]).

Eine zweifache Steinbrechmaschine nach dem Systeme Blake soll den Vortheil bieten, dass sie doppelwirkend mit verschiedenem Material beschickt werden kann; bei einer Betriebskraft von 3 ⅛ Pferdekräften bricht dieser Apparat in einer Stunde 2,5—4 kbm. Strassenmaterial[2]).

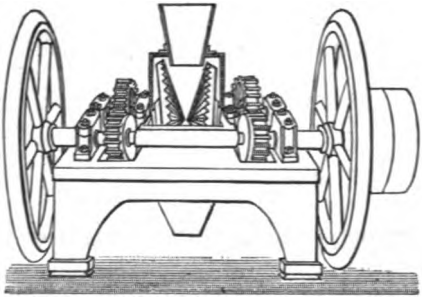
[1]) Ueber diese Verbesserungen berichten Iron 1876. April. S. 548; Engineer 1876. Juli S. 33; Revue industrielle 1876. S. 517.

[2]) Die von Gierson erfundene Maschine wird von Jacob u. Becker in Leipzig bezogen; Deutsche Bauzeitung 1878. S. 302.

Digitized by Google

Eine sehr einfache Steinbrechmaschine ist von Camroux neuerdings erfunden; die beigegebene perspektivische Ansicht (Fig. 15) zeigt, dass sie ihrer Hauptsache nach aus zwei gekerbten Brechscheiben besteht, die mit gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit rotiren. Kontinuirliche Arbeitsleistung, leichte Transportabilität, endlich sehr einfache Konstruktion zeichnen diesen Apparat aus und erscheint das Auswechseln der Scheiben so einfach, dass der gewöhnlichste Arbeiter diese Maschine in kürzester Zeit bedienen lernt.

Fig. 15.



Eine Kombination einer Brech- und Pulverisirmaschine hat der englische Ingenieur Th. Archer im Engineer veröffentlicht, und ist Beschreibung und Abbildung im Maschinenbauer, 1872 pag. 169, enthalten.

Digitized by Google

B. Die künstlichen Steine.

I. Gebrannte künstliche Steine (Ziegel).

II. Ungebrannte künstliche Steine.

I. Gebrannte künstliche Steine (Ziegel).

Geschichtliches: Der Gebrauch der Ziegel lässt sich bis ins früheste Alterthum zurückführen; als die eigentliche Heimath des Ziegelbaues ist Asien zu betrachten und besonders scheint China, Japan, Hinterindien als die ältesten Kulturstätten auch in der Erfindung dieser Bauart allen andern Völkern vorangegangen zu sein. Die ältesten und bekannten Reste des Ziegelbaues aber sind in Aegypten anzutreffen; so wurde erst in neuester Zeit bei, auf Veranlassung des Vicekönigs vorgenommenen Nachforschungen nach dem Belustempel, eine 8 Meilen lange Ringmauer entdeckt, und wurde weiter festgestellt, dass der in der Mitte liegende Belustempel die Höhe eines Stadiums (200 Meter) gehabt habe; diese Bauwerke bestanden aus Ziegeln und wurden unter der mittleren Durchschnittsebene des Nils in einer Tiefe von 20 — 24 Meter aufgefunden. Da das Nilthal sich langsam, aber ziemlich regelmässig erhöht, so berechnet sich für diese Bauwerke ein Alter von ungefähr 12 000 Jahren.

Aus Herodot (liber II. Cap. 136) erfahren wir, dass man in Aegypten neben den Steinpyramiden, deren Kern aber hin und wieder aus Luftsteinen hergestellt war, auch Pyramiden ganz aus Ziegeln erbaute; der König Asychis, der Erbauer einer solchen Pyramide, liess eine Steintafel mit folgender Inschrift daran anbringen: „Halte mich nicht gering im Vergleich mit den steinernen Pyramiden, denn ich rage vor ihnen ebenso hervor, wie Zeus vor den übrigen Göttern. Denn mit der Stange in den See stechend, sammelten sie, was von Schlamm an der Stange hängen blieb, strichen Ziegel daraus und erbauten mich auf solche Weise.“

Digitized by Google

Von den alten Aegyptern wurden auch keilförmige Nilziegel zum Wölben der durch Steinbalken gebildeten Deckenfelder gebraucht; solche Deckenfelder sind als die ältesten auf uns gekommenen Gewölbekonstruktionen aufzufassen und reichen dieselben bis in die Jahre von 3000 bis 2000 v. Chr. Obgleich in Aegypten bei einigen Bauten auch Verblendungsmauerwerk von gebrannten Steinen zur Anwendung kam, so war doch im allgemeinen der Bau mit Lehmsteinen der ausgebreitetste; in Babylon dagegen wurden schon frühzeitig immense Massen gebrannter Steine verarbeitet. (Nach dem I. Buch Moses 2. Cap. sprachen die Babylonier: „Wohlan, lasset uns Ziegel streichen und brennen, und nahmen Ziegel zu Stein und Thon zu Kalk".)

Nach Herodot[1]) war diese Stadt mit einer Mauer umgeben, die 50 Ellen Breite und eine Höhe von 200 Ellen hatte; ein tiefer Graben lief um dieselbe herum; über die Ausführung dieser Mauer sagt er: „Während sie den Graben gruben, fertigten sie zugleich Ziegel aus der Erde, die aus dem Graben geworfen ward, und nachdem sie eine hinreichende Zahl von Ziegeln gestrichen hatten, brannten sie dieselben in Oefen." Auch Diodor[2]) berichtet vom Mauerwerke Babylons: „an den Thürmen und Mauern waren allerlei Thiere zu sehen, an Farbe und Gestalt der Natur mit grosser Kunst nachgebildet. Das Ganze stellte eine Jagd vor mit zahlreichen wilden Thieren, deren Figuren mehr als 4 Ellen hoch waren; darunter war auch Semiramis abgebildet als Reiterin, wie sie mit dem Wurfspiess einen Panther erlegt und nahe dabei ihr Gemahl Ninos, wie er mit der Lanze einen Löwen niederstösst."

Dieser interessante Bericht Diodors stimmt vollständig mit der spätern Technik, die sich an den Palästen Ninives traditionell erhalten hat, überein; so wurden in den Ruinen des Königspalastes von Kisir-Sargon aus der Zeit von 720 v. Chr. musivisches Backsteinmauerwerk aufgefunden, das dem von Diodor beschriebenen vollständig entspricht und einen bewundernswerth hohen Grad der Technik, Thonwaaren zu emailliren, verräth[3]). Dieselbe Vollendung erkennen wir an den sogenannten persischen Fliesen, die besonders in der von Hannibal erbauten Brussa fabrizirt wurden und fast in allen ethnographischen Sammlungen zu finden sind.

Hiernach ist es natürlich, dass die spätere Zeit in allen der Kultur zugänglichen Ländern eine mehr oder minder ausgebildete Ziegeltechnik vorfindet, die sich im klassischen Alterthum zu der auf so hoher Stufe stehenden Keramik ausbildete.

Nach Plinius[4]) zogen die Griechen, ausser wo man mit Feldsteinen bauen konnte, zu Wänden die Ziegelsteine vor, weil sie von ewiger Dauer

[1]) Herodot I. Buch Cap. 178—179.
[2]) Diodor II. Buch Cap. 8.
[3]) Victor Place, Ninive.
[4]) Plinius 35. Buch Cap. 49.

Digitized by Google

sind, wenn sie senkrecht stehen. Daher haben sie ihre öffentlichen Gebäude und ihre Königsburgen auf diese Art erbaut, so auch die Mauer bei Athen, welche die Richtung nach dem Berge Hymettus hat, zu Patrai die Tempel für Zeus und Herakles, obgleich sie dieselben mit Säulen und Bindestücken von Steinen umgaben; zu Tralles Attalos Königsburg, desgleichen zu Sardes die des Kroisos, welche sie später zum Rathhaus machten, zu Halicarnassus die des Königs Mausolos, welche sämmtlich noch gegenwärtig bestehen. In Lakedaimon liessen Murena und Varro während ihrer Aedilität das Tünchwerk von den Ziegelwänden ablösen, fassten es wegen der vortrefflichen Malerei in hölzerne Rahmen und brachten es nach Rom, um das Komitium damit zu schmücken; und obgleich dies Werk an sich schon bewundernswürdig war, so machte es, soweit hergeholt, noch mehr Aufsehen. Auch in Italien findet sich zu Arretium und Mevania eine Mauer von Ziegelsteinen. In Rom wurden keine Gebäude der Art aufgeführt, weil keine Wand von anderthalb Fuss mehr als ein Stockwerk trägt und es verboten war, eine gemeinschaftliche Mauer dicker zu machen; auch die Beschaffenheit der Zwischenwände gestattet es nicht. (Romae non fiunt talia aedificia, quia sesquipedalis paries non plus quam unam contignationem tolerat, cautumque est ne communis crassior fiat, nec intergerivorum ratio patitur.)

Dass die Griechen zu den wichtigen Befestigungswerken ihrer Städte selbst noch Lehmsteine in Anwendung brachten, entnehmen wir der Erzählung des Pausianas[1]), nach der König Agesipolis (362 v. Chr.) die Mantineer in ihre Mauern einschloss, den Fluss Ophis gegen ihre aus Backstein gebauten Stadtmauern leitete, die sich dann im Wasser auflösten, nicht minder als Wachs an der Sonne!

Nach Bötticher & Poppe hatte auch das alte Erechteum Backsteindetails und wurde erst mit der Zeit der Perserkriege in Marmor umgebaut.

Den höchsten Aufschwung aber zeigt die Terracottatechnik der Griechen in den vielen auf unsere Zeit gekommenen, meisterhaft gefertigten Vasen, Statuetten, Ampeln und andern Geräthen. Die feinsten Arbeiten dieser Art wurden in Korinth und in Athen angefertigt; gegen 80 000 bemalte Vasen sind bis jetzt aufgefunden und liefern mit das höchst interessante Material unserer vielen Vasensammlungen. Alle fast ohne Ausnahme zeigen hohe technische Vollendung, feingebildeten Geschmack, stilvolle Behandlung und namentlich einen unerschöpflichen Formenreichthum; hellenische Vasen sind über die ganze alte Welt verbreitet und sind sicherlich ein sehr beliebter Handelsartikel gewesen.

Die Römer, die vielfach auf den Ziegelbau, namentlich schon ihrer Gewölbe wegen, angewiesen waren, hatten eine vollständige Kenntniss der Ziegelfabrikation. Vitruv widmet diesem Gegenstande im 2. Buche seines

[1]) Pausanias VIII. Buch Cap. 8.

Digitized by Google

Werkes das ganze 3. Kapitel[1]). Interessant ist es von Vitruv weiter zu erfahren, dass die Ziegel, die zu Calentum und Maxilia im jenseitigen Spanien und zu Pitania in Kleinasien gestrichen wurden, nach dem Trocknen auf dem Wasser schwammen; die gleiche Behauptung finden wir auch bei zwei griechischen Schriftstellern, bei Strabo und Posidonius. Professor Ehrenberg hat nachgewiesen, dass dies bei Anwendung von Infusorienerde möglich ist; auch in der Nähe von Siena in Italien hat man eine leichte flockige Erde unter dem Namen Erdmehl, die gebrannte Ziegel giebt, so leicht, dass sie, ehe sie sich mit Wasser gesättigt haben, auf dem Wasser schwimmen.

Dass der Backsteinbau bei den Römern sehr verbreitete Anwendung fand, geht schon aus der Aeusserung des Kaiser Augustus hervor, „er habe Rom als Ziegelstadt vorgefunden, hinterlasse sie aber als Marmorstadt"; Bauten aus eigens gebrannten Mauersteinen gehen nicht über das Zeitalter der Kaiserregierung, und scheint das Pantheon (die Thermen des Agrippa) das älteste mit diesem Material erbaute Denkmal zu sein; dasselbe war, im äusseren wie viele andere Gebäude (einen nachgeahmten Hausteinbau darstellend) mit sehr dickem, aber sehr dauerhaftem Putz bekleidet; das Mausoleum des Augustus, die heutige Engelsburg, dann die Pyramide des Cestius sind ebenfalls Backsteinbauten, aber mit Marmor belegt; unter den wirklichen Ziegelrohbauten nimmt der von Nero erbaute Aquadukt die erste Stelle ein; die Bogen bestehen hier aus 2 Ringbogen aus hellfleischrothen Backsteinen von vorzüglicher Güte. Der römische Backsteinbau verbreitete sich über ganz Italien, Gallien, Hispanien, Brittannien und zum theil auch über Deutschland und über die römischen Provinzen in Afrika.

In Deutschland lässt sich am Dom zu Trier das älteste römische Backsteinmauerwerk nachweisen; der vortrefflichen Arbeit und dem Format der Ziegel nach zu schliessen, möchte dasselbe auf die Zeit von Kaiser Augustus zurückzuführen sein; hieran schliesst sich dem Alter nach das Mauerwerk der Basilika ebendaselbst an.

Der sogenannte Thermenpalast in Trier zeigt Bruchsteinbau mit wechselnden Ziegellagen, ähnlich wie an den Römerbauten in Gallien und auch an Bauten in Rom selbst, wie z. B. am Circus des Maxentius.

Hier gilt der Satz, dass: je reineres Backsteinmauerwerk ein Bau zeigt, desto älter ist er, je mehr gemischt mit Bruchsteinmauerwerk, oder je mehr die Backsteine nur sporadisch im Gemäuer auftreten, je jünger ist das Bauwerk, aber auch desto schlechter die technische Ausführung.

Am Niederrhein, so z. B. in Köln bis tief in die Niederlande hinein, lässt sich diese Technik verfolgen, und waren es namentlich die flandrischen

[1]) Er unterscheidet darin lateres und testae; erstere waren an der Sonne getrocknete Lehmsteine, die andern aber waren gebrannte.

Digitized by Google

und holländischen Städte, die bei ihrem unerschöpflichen Reichthum an immer wieder sich ergänzenden Thonablagerungen den Ziegelbau besonders kultivirten, während im Innern von Deutschland bis zur Zeit Barbarossa's (1152—1190) diese Bauweise mehr und mehr ausstarb. Als in der Mitte des XII. Jahrhunderts die Niederlande starke Verheerungen durch das Eindringen des Meeres erlitten und viele Städte gänzlich zerstört wurden, wanderten die Holländer in Massen aus und siedelten theilweise in die Mark Brandenburg und nach Mecklenburg über; es mögen dieselben wohl vielfach dazu beigetragen haben, dass nach der Germanisirung der baltischen Länder schon im XII. Jahrhundert der Backsteinbau hier zu schneller Entwicklung gelangte.

Eine äusserst rege bauliche Thätigkeit machte sich, unterstützt von einsichtsvollen Fürsten, durch den sich zu einer grösseren Macht entwickelnden Hansabund und durch das segensreiche Auftreten des deutschen Ritterordens, mehr und mehr geltend und wurden unter anderm in London, in Antwerpen, in Bergen (Norwegen) von Lübecker Bürgern grossartige Bauten mit Börsensälen und Hallen errichtet, von denen die in Bergen noch heutigen Tags existiren.

Die hanseatische Ziegelarchitektur reichte bis nach Esthland, Dünaburg, Reval, Riga bis nach Petersburg und Nowgorod; zu den letzten Blüthen dieser Baukunst ist das Schloss von Marienburg zu zählen, das im Jahre 1276 vom deutschen Ritterorden zu bauen begonnen ward.

Die so entstandenen Backsteinbauten, bei denen mit besonderer Vorliebe auch glasirte, farbige Ziegel angewendet wurden, standen auf einer sehr hohen Stufe architektonischer Ausbildung, und giebt in dieser Beziehung das vorzügliche Werk F. Adler's „Mittelalterliche Backsteinbauwerke des preussischen Staates" die schätzenswerthesten Aufschlüsse.

Ein Epoche machender Abschnitt für die Entwicklung des Backsteinbaues im Mittelalter gehört der Lombardei an, und geben über diesen L. Runge's gediegen bearbeitete „Beiträge zur Backsteinarchitektur Italiens" die weiteren Aufschlüsse; dasselbe Material ist auch in schönem Farbendruck von L. Gruner behandelt worden und zwar unter dem Titel: „The Terra-Cotta Architecture of North Italy". London 1867. Wie die gothische Baukunst, so musste auch der Backsteinrohbau der von Italien vordringenden Renaissance weichen; italienische Baukünstler, hin und wieder der schlimmsten Art, überschwemmten ganz Deutschland und führten in blinder Nachahmung die antike Architravarchitektur in dem schlechten Surrogat des Mörtelputzes aus; nur in wenigen Orten wie Wismar, Schwerin, Lüneburg erhielt sich der Backsteinrohbau, und mehrere Bauten dieser Art gehören dort der Renaissancezeit an[1]).

[1]) Eine historische Uebersicht der Entwicklung des Backsteinbaues bis in unsere

Digitized by Google

Die Ziegelfabrikation kommt von da ab in Verfall, es geschieht nichts bedeutendes mehr darin, da die Verkleidung der Wandflächen mittelst Stucks, meistens aus Mörtel, die Oberhand gewinnt. Man kam sogar vielfach auf getrocknete Lehmsteine zurück; zum Beweis hierfür entnehmen wir dem sonst vortrefflichen Werke über die Civil-Baukunst aus dem 17. Jahrhundert von D'Aviler, mit Anmerkungen von Chr. Sturm, einige Bemerkungen hierüber: „Weil sich jetzo in Teutschland je mehr und mehr der Holzmangel hervorthut, lassen sich viele von dem Ziegelbrennen abschrecken. Wiewohl ich die Unzulänglichkeit dieser Ursache dargethan, so will ich doch rathen, dass man nebst den gebrannten Ziegeln auch auf getrocknete denken sollte, weil die Sonnenhitze nichts kostet. Zu diesem Ende könnte man grosse hölzerne Scheunen aufrichten, deren Dächer man könnte auf einer Seite gegen die Sonne herunterfallen lassen, dass die Sonne auf die Ziegel scheinen könne, so würde man nur wenig Leute bedürfen, die das Dach herabliessen durch Hülfe etlicher Kammräder oder Flaschenzüge, wann die Sonne scheint, bei Nacht aber, und wann es regnet, wieder aufzögen. Im Uebrigen müssen sie die Ziegel öfters in den Schatten oder halben Schatten aus der Sonne versetzen, damit sie allmälig von innen heraus trocknen und nicht zu geschwinde von aussen, wovon sie nothwendig müssen aufspringen. Unter drei oder vier Jahren sollte man solche Ziegel nicht für ausgetrocknet halten noch gebrauchen." Nach weiterer Ausführung dieser Fabrikationsmethode heisst es, „dass solches wirklich in Teutschland angehe, hat man bereits an einem Ort, der ziemlich Mitternachtwärts lieget, mit grossem Nutzen erfahren. Solche Ziegel sind leicht und erfördern daher weniger Grund; sie nehmen auch den Bewurf besser an als die gebrannten."

Man sieht hieraus, dass die Ziegelfabrikation des 17. Jahrhunderts eine sehr primitive war, und dass nur noch vereinzelt, vielleicht mehr in Töpfereien ein besseres Ziegelgut hergestellt wurde, das sich aber mehr auf Dach- und Fussbodenplatten beschränkte. Ein Vorgänger von Chr. Sturm — Nicolaus Goldmann aus Breslau (1623—1665) — schreibt in dieser Beziehung: „Man kann die gebrannten Ziegel auch vergläsen, besonders seien die vergläseten Dachziegel himmelblauer Farbe zierlich und gut, wiewohl auch andere Farben zulässig sein. Aber die himmelblaue Farbe stehet am besten, und solche vergläseten Dachziegel sind langwierig und hoch zu halten. Man kann auch gewisse Formen machen und daraus Ziegel zu Simsen und Kränzen streichen, welche schon der Glieder-Gestalt haben." Erst der neueren Zeit war es belassen, die Ziegelfabrikation neu zu beleben, und München, Berlin und Wien vor allen andern Städten können mit Stolz auf ihre Erfolge in diesem Fache blicken.

Zeit hat Professor Adler in der Deutschen Bauzeitung 1869 veröffentlicht; in derselben Zeitschrift (1871) befindet sich von demselben Autor ein anderer interessanter Artikel „über den Backsteinbau der Hellenen!"

Digitized by Google

Waren die Bestrebungen, die Ziegelfabrikation zu heben, ganz erkleckliche, so hat man derselben doch erst in kürzester Zeit eine eingehende Aufmerksamkeit geschenkt. Bisher befand sich der ganze Fabrikationszweig fast ausschliesslich in den Händen von Leuten sehr untergeordneter Kategorie, die das Ziegelschlagen und Brennen nach altem und ältestem Herkommen betrieben; die Fortschritte, welche die Fabrikation von Ziegeln in neuerer Zeit gemacht hat, so recht klar zu beleuchten, soll mit Zweck dieser Zeilen sein[1]).

Wir betrachten die einzelnen Stadien, die sich bei Herstellung gebrannter Ziegel geltend machen, in gesonderten Abtheilungen.

1. Untersuchung der Ziegelerde.

Zur Herstellung der gewöhnlichen Ziegelwaaren (Backsteine, Dachplatten etc.) bedient man sich meistens derjenigen Rohmaterialien, die im gewöhnlichen Leben äusserst verschieden benannt werden, wir finden sie bezeichnet mit Thon (auch wohl Tohn geschrieben), Ziegelthon, Löss, Lehm (Auelehm, Flusslehm, Lösslehm, Ziegellehm), Leimen, Letten, Tegel, Klei, Till, Thonmergel, Mergel, Mergelthon, Fuchserde, Schlick, Meeresschlick, Knick, Grew, Griew oder Graw, Klai, Polder- und Wattenboden.

Diese Rohmaterialien, den unreinen plastischen Thonen mehr oder weniger nahestehend, sind, ihren Fundstellen entnommen, in der Regel wenig bildsam oder formbar; auch zu grobe Beschaffenheit, Ungleichheit der Masse, sowie das Vorhandensein vieler fremden Stoffe, namentlich Wurzelknollen, Geschiebe und Gerölle etc., sind oft Ursache, das Rohmaterial vor seiner Verwendung einer eingehenden Bearbeitung unterwerfen zu müssen.

Die am häufigsten für die Ziegelfabrikation verwendete Ziegelerde ist eine in sehr variirenden Verhältnissen gemengte Masse von Thon, Sand, Eisenoxyd oder auch Eisenoxydhydrat und Wasser, zu der meistentheils noch kohlensaurer Kalk, Gyps, Bittererde, Kali und Natron, Mangan, Bitumen und Vanadin treten. Untermengt sind der Ziegelerde oft pflanzliche und thierische Ueberreste, Gerölle, Geschiebe, auch wohl Kochsalz, Salpeter, Schwefelkies etc.

Das Verhältniss von Thon und Sand bewegt sich wohl für erstern bis zu 80 pCt., bei letzterm bis 60 pCt.; im ersten Falle nennt man die Ziegelerde fett, im letztern mager.

Ein Theil der Thonsubstanz ist an Kieselsäure chemisch gebunden, während andere erstarrte Kieselsäure mit ihr in Form von untermengtem Quarz- oder Kieselmehl in so innige Verbindung tritt, dass sie

[1]) Eine sehr beachtenswerthe Abhandlung „Ueber den Backstein" v. R. Neumann, eine Studie, ist soeben bei Ernst & Korn in Berlin 1879 erschienen, auf welche hier ihrer Bedeutung wegen hingewiesen wird.

Digitized by Google

nur durch Kochen in Kali- oder Natronlauge getrennt werden kann; weiteres Quarzmehl, feinerer und gröberer Quarzsand etc. lässt sich schon durch den einfachen Schlämmprozess von der eigentlichen kiesels. Thonerde trennen.

Das Eisenoxyd sowohl wie das Eisenoxydhydrat sind einerseits an Kieselsäure chemisch gebunden, andererseits mechanisch beigemengt; im erstern Falle rührt es in der Regel von dem kiesels. Eisenoxydul her, welches an der Zusammensetzung der Feldspathsubstanz sowohl als an der des Glimmers theilnimmt, im zweiten Falle ist es durch Infiltration in die fertige Thonmasse gekommen; in beiden Fällen bildet das Eisenoxydhydrat das die Ziegelerde so häufig okergelbfärbende Mittel.

Beim Brennen färbt das Eisenoxyd die Ziegelerde roth, und werden relativ unbeträchtliche Mengen z. B. von 4 pCt. schon eine sehr lebhaft rothe Färbung hervorbringen, wobei höher angewendete Temperaturen die Intensität der Farbe erhöhen, wird die Hitze noch weiter gesteigert, so wird die Färbung grünlich, schliesslich schwarz, und rührt dies von der Umbildung des Oxyds in das Oxydul her. Die rothe Färbung der Ziegelwaaren wird jedoch sehr variiren, je nachdem man es mit einem thonerdereichen oder thonerdearmen Rohmateriale zu thun hat; in dieser Beziehung ist festgestellt: eine thonerdereiche und eisenarme Ziegelerde brennt sich weiss oder mit kaum merklicher Färbung; eine thonerdereiche und mässig eisenhaltige Ziegelerde brennt sich blassgelb oder lederbraun; eine thonerdearme und eisenreiche Ziegelerde brennt sich roth; eine thonerdearme eisen- und kalkreiche brennt sich gelb[1]).

Der Eisengehalt der Ziegelerde befördert beim Brennen das Sintern und demgemäss das Brennen der Waare bei niedrigerer Temperatur.

Andererseits ist auch nachgewiesen, dass bei hoher Temperatur das Eisenoxyd mit Kieselsäure und Kalk ein mehrbasiges Silikat von weisser Farbe ergiebt, dessen Bildung von Thonerde und Magnesia begünstigt wird. Bei minder starker Hitze wird das Eisenoxyd durch die Kieselsäure nicht vollständig gebunden, und ergiebt sich dann eine rothe Färbung[2]).

Der kohlens. Kalk hat entweder, wie dies bei den Mergeln der Fall ist, in gelöstem Zustande die abgelagerte Thonsubstanz infiltrirt oder hat sich als Kalkschlamm mit ihr gemengt. So fein zertheilt, in der Ziegelerde vorkommend, wirkt der Kalkgehalt sehr günstig und liefert ein vorzügliches Material für die Klinkerfabrikation, übrigens hat man auch die Erfahrung gemacht, dass 14—15 pCt. Kalk in der Ofenkachelmasse dem Zerspringen und Rissigwerden der Kacheln entgegenwirkt.

Kalkreiche Ziegelerden haben auch die schätzenswerthe Eigenschaft, dass sie sich leicht verarbeiten lassen; da sie aber im Feuer nicht nur

[1]) Dr. Seger

[2]) Remelé in Dinglers Journ. 189. S. 388.

Digitized by Google

Wasser, sondern auch Kohlensäure verlieren, so geben sie bei geringer Schwindung einen porösen Stein, aus dem aber nur schwierig Klinker herzustellen sind.

Solche Ziegelerden stehen aber nicht im Feuer, d. h. die Temperatur, bei welcher eine Erweichung, ein Schliessen der Poren und Bildung einer porzellanartigen dichten Masse entsteht, und diejenige, bei welcher eine völlige Verflüssigung zu einer Schlacke erfolgt, liegen nahe bei einander, so dass im allgemeinen eine grössere Uebung als bei andern weniger schnell erweichenden Ziegeln dazu gehört, um „Schmelz," zu vermeiden und gerade, vollkantige Klinker zu erzeugen. Dieser Umstand erschwert auch sehr die Fabrikation wetterfester Ziegelmaterialien aus kalkreichen Thonen, und ist man vielfach gezwungen, um richtige Formate einhalten zu können, bei Temperaturen stehen zu bleiben, welche den Steinen zwar die charakteristische gelbe Farbe ertheilen, wodurch die Versinterung des Kalkgehaltes mit den übrigen Bestandtheilen angezeigt wird, denselben aber noch ihren erdigen Bruch lassen und stark wassersaugend sich erweisen. Derartige Fabrikate bilden die Hauptmenge des zur Façadenverblendung benützten hellfarbigen Ziegelmaterials. Soll aus den vorhandenen Rohmaterialien ein wirklich wetterfester Stein hergestellt werden, so darf nach Dr. Seger der Gehalt an kohlens. Kalk 10—15 pCt. nicht wohl überschreiten.

Von Wichtigkeit ist übrigens auch die Thatsache, dass das Vorhandensein des Calciumcarbonates die gewöhnliche Ziegelerde gelb oder gelbgrün färbt, während sich die reine Thonsubstanz weiss brennt. Enthält die Ziegelerde neben dem kohlens. Calcium noch Eisen, so wird sie bei schwachem Brande ebenfalls roth, bei beginnender Sinterung aber fleischroth, weisslich bis dunkelgelb, durch Bildung eines gelblichen basischen Silikates von Kalk und Eisenoxyd; bei vollständiger Verglasung tritt auch hier grüne bis schwarze Färbung ein.

Nach Versuchen von Dr. Seger tritt diese Gelbfärbung in deutlicher Weise noch ein, wenn die Ziegelerde auf je 1 pCt. darin enthaltenen Eisenoxyds wenigstens 3—3,5 pCt. kohlens. Kalk enthält. Die Gelbfärbung tritt bei um so niedrigerer Brenn-Temperatur ein um so heller, je mehr der Gehalt an kohlens. Kalk dieses Minimum übersteigt, entsteht erst bei um so höherer Temperatur und ist um so dunkler, ins Gelbrothe oder Gelbbraune fallend, je mehr sich derselbe dem angegebenen Verhältnisse nähert. Ist der Kalkgehalt ein geringerer, so vermag er zwar die rothe Färbung der Ziegelerde abzuändern, es gelingt jedoch nicht, reine gelbe Färbung aus dem Brande hervorgehen zu lassen, und es entstehen die unentschiedenen, wenig beliebten Zwischenfarben, welche die meisten ordinären Ziegelfabrikate zeigen und welche für die Zwecke des Rohbaues unbrauchbar sind.

Ein grosser Kalkgehalt ist jedoch beim Brennen von Ziegeln nicht zulässig; es entsteht dann Aetzkalk, der später durch seine Umwandlung in Kalkhydrat die Steine zum Zerfallen bringt. Nach Sauerwein darf der

Digitized by Google

Kalkgehalt nicht über 18 bis 20 pCt. betragen, ohne die angegebene nachtheilige Wirkung zu äussern; über 25 pCt. aber wirkt der gleichmässig vertheilte Kalk nachtheilig ein, und ist solche Erde (Mergelerde) zur Ziegelfabrikation in den meisten Fällen unbrauchbar. Kommt aber der kohlensaure Kalk in Form von grösseren oder kleineren Geröllen und Geschieben vor, so können diese das Ziegelgut vollständig untauglich machen, da sie sich beim Brennen in Aetzkalk verwandeln, bei Anwesenheit von Feuchtigkeit Kalkhydrat bilden, wobei eine Volumenvergrösserung stattfindet und die gebrannte Masse zersprengt wird.

Gyps, der sich zuweilen in der Ziegelerde vorfindet, übt keinen oder nur einen geringen Einfluss aus, wenn man dieselbe so stark brennt, dass die Schwefelsäure ausgetrieben wird. Bei schwachem Brande aber wird der Gyps nur entwässert und nicht zersetzt, und nimmt später das verloren gegangene Wasser als Krystallisationswasser wieder auf, wodurch eine Zerstörung der Steine veranlasst werden kann.

Das Vorhandensein von Bittererde in der Lehmerde ist nicht schädlich, sie lässt die Ziegelerde besonders fett erscheinen und erhöht die Schmelzbarkeit in höherer Temperatur; der mit solchem Lehm gefertigte Backstein erhält beim Brennen eine mehr ins Gelbe spielende Farbe; wird jedoch magnesiareicher Lehm mit sehr schwefelhaltiger Steinkohle bei geringer Hitze, wie dies z. B. beim Brennen in Meilern stets der Fall ist, gebrannt, so bildet sich in ihm schwefelsaure Magnesia, die auswittert und dabei den Stein in seiner Oberfläche ganz zerstört.

Bei Anwesenheit von Kali und Natron kann sich in ähnlicher Weise beim Brennen schwefelsaures Kali und Natron bilden, das gleichfalls schädlich durch seine Auswitterung wirkt, im übrigen erhöhen diese Alkalien, wenn sie auch nur in geringen Mengen vorhanden sind, die Schmelzbarkeit, wie dies bei der Bittererde der Fall ist.

Sulfate von Magnesium, Calcium und Natrium, aus Chlornatrium oder Natriumbicarbonat, welche in der Ziegelerde entweder schon vorhanden oder ihr durch Mörtelwasser zugeführt sind, erzeugen häufig in den Ziegelsteinen nach einiger Zeit weissliche, gelbe, grüne, auch wohl schwarze Ausschläge.

Bitumen, das sich meistens durch seine dunkelnde Farbe in dem Rohmaterial geltend macht, wird beim Brennen vollständig zersetzt.

Da Manganoxyd in geringer Menge das Eisenoxyd zu begleiten pflegt, so dürfte es diesem ähnliche Wirkungen hervorrufen.

Vanadin kommt nach Dr. Seger sehr häufig in den Braunkohlenthonen vor und giebt Veranlassung zu gelben, grauen und grünen Ausschlägen, die sich an Terracotten bald nach ihrem Brande oder nach ihrer Verwendung in den Façaden bilden.

Sind Pflanzenreste, Wurzelknollen, Schnecken etc. in der Ziegelerde enthalten, so können unter Umständen nach dem Brennen der aus solcher

Digitized by Google

Erde geformten Backsteine Höhlungen entstehen, durch welche Festigkeit, Tragfähigkeit und schönes Aussehen beeinträchtigt werden; übrigens spielen die bei dem Zersetzungsprozesse solcher Organismenreste frei werdenden Gase, die von der Thonsubstanz aufgenommen und festgehalten werden, eine nicht unbedeutende Rolle, indem hierdurch die Bildung von Bitumen eingeleitet wird. Aber auch für salzige Lösungen ist die Thonsubstanz sehr empfänglich, und nur zu häufig beherbergt sie: Alaun, Eisenvitriol, Salpeter, Soda, Pottasche etc. und bringt diese erst dann zum Auskrystallisiren, wenn die Thonsubstanz zum Austrocknen gelangt, wobei die Massentheilchen sich gegenseitig so fest zusammenziehen, dass sie die vorhandenen Lösungen förmlich aus sich heraus quetschen.

Schwefelkies endlich, der sich häufig in der Ziegelerde vorfindet, kann beim Verwittern schwefelsaure Salze von Eisenoxydul, Kalkerde, Magnesia, Thonerde und Alkalien bilden, während beim Brennen sich schweflige Säure entwickelt. Bei starker Glühhitze wird der Schwefelkies, indem er sich zu Eisenoxyd umbildet, vollständig zersetzt werden, was aber nur zu häufig das Zerspringen des Fabrikates zur folge hat. Bleibt der Schwefelkies bei schwächerer Hitze unzersetzt in der gebrannten Ziegelerde, indem er nur in schwefl. Eisenoxydul übergeht, so bildet sich durch die Einwirkung der Luft Eisenvitriol, das auswitternd den Stein vollständig mürbe macht. Ist neben Schwefelkies noch Chlornatrium (Kochsalz) in der Ziegelerde enthalten, so wird bei hoher Temperatur sich Chlorwasserstoff (Salzsäure) und flüssiges Eisenchlorid bilden, ein Umstand, der die Güte eines Fabrikates vollständig in frage stellt.

Da die Zusammensetzung sowohl als auch die Mischungsverhältnisse in einer Ziegelerde sehr variabel auftreten, dieselben aber jedenfalls von grösster Bedeutung für ihre Verwendbarkeit sind, so ist es von grossem Werth, die chemische Zusammensetzung der zu verarbeitenden Erde kennen zu lernen.

Chemische quantitative Analysen lassen sich aber keineswegs leicht ermitteln, es bedarf um solche herzustellen nicht allein eines gut eingerichteten Laboratoriums, sondern auch eines erfahrenen Chemikers; andererseits geben noch so genau aufgestellte Analysen nicht immer einen sicheren Anhaltspunkt für das Verhalten der Ziegelerde beim Brennprozess; aus diesen Gründen begnügt man sich wohl, die Untersuchung und Prüfung der Ziegelerde auf mechanischem oder empirischem Wege vorzunehmen.

Da die Beurtheilung, ob eine Ziegelerde für gewisse Zwecke brauchbar sei, sich auch auf die Farbe, Plastizität, Homogenität, auf das Verhalten beim Trocknen sowohl als auch beim Brennen zu beziehen hat, so gewährt zur Zeit noch immer für eine solche die grössere Sicherheit, dass sie mit der Ziegelerde anderer Ziegeleien, die ein tadelloses Produkt liefern, in Vergleich gezogen wird.

Die chemische Analyse, wenn sie als eine durchaus durchgeführte

Digitized by Google

betrachtet werden soll, muss vor allen Dingen eine quantitative sein, die den Nachweis liefert, wie viel Kieselsäure an der Thonerde chemisch gebunden, wie viel mechanisch (als Sand) beigemengt ist, ferner ist quantitativ zu ermitteln das Vorhandensein des Eisenoxyduls, des Oxyds und der kohlensauren Kalkerde, dann die Menge des Wassers und die der organischen Substanzen[1]). Endlich ist festzustellen, in welchen Quantitäten Bittererde, Alkalien, Chlornatrium, Vanadin, Phosphorsäure (wenn auch nur als Spuren vorkommend) allenfalls vorhanden sind.

Hier mögen zur allenfalsigen Vergleichung die quantitativen Analysen von verschiedenen Ziegelerdearten, die sich besonders für die Ziegel-Fabrikation brauchbar erwiesen, Platz finden.

	I.	II.	III.	IV.	V. Sorte.
Sand und Steinchen . .	61,26	54,70	58,54	59,70	50,76
(an Thonerde gebundene)					
Kieselsäure	15,08	21,04	17,60	19,94	14,86
Thonerde	10,58	10,96	11,80	10,67	10,78
Eisenoxyd	2,56	3,57	3,74	3,42	2,57
Kohlensaurer Kalk . . .	Spuren	0,54	Spuren	0,48	8,34
Magnesia	0,05	0,12	0,16	0,12	0,12
Alkalien	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
Glühverlust	3,58	3,78	4,36	3,62	5,20
Wasser (hygrosk. u. chem.					
gebunden)	6,89	5,29	3,80	2,05	7,37.

Analysen von einer Ziegelerde, wie sie die Eckhardt'sche Fabrik für Trottoirplatten in München verarbeitet, wurden durch Professor Feichtinger wie folgt aufgestellt; in den 5 untersuchten Proben befanden sich

in Salzsäure löslich:

	I.	II.	III.	IV.	V.
kohlensaurer Kalk . . .	8,09	17,14	3,86	23,36	26,87
do. Bittererde .	0,52	0,64	1,03	0,65	0,41
Thonerde	3,95	4,31	4,40	2,56	2,64
Eisenoxyd	6,53	4,80	6,45	7,06	8,29

in Salzsäure unlöslich:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselerde	54,11	50,07	56,88	42,87	46,65
Kalk	1,38	—	—	—	—
Thonerde	4,43	3,14	6,15	2,10	1,28
Eisenoxyd	12,12	13,06	13,80	11,03	6,78
Kali	0,60	0,26	0,48	0,10	0,28
Natron	0,86	0,40	0,62	0,36	0,45
Wasser	7,30	6,20	6,25	9,91	6,35

[1]) Was die specielle Ausführung solcher Thon-Analysen betrifft, so wird hier verwiesen auf die neuern Arbeiten von Richter (Wagners Jahresbericht 1868); und von C. Bischof die

Digitized by Google

Die mechanische Analyse übernimmt die Aufgabe, die Ziegelerde in die eigentliche Thonsubstanz (das wasserhaltige Thonerde-Silikat), den Staubsand, Schluff und den beigemengten Sand zu zerlegen, und erfolgt entweder auf trocknem Wege oder durch Schlämmung.

Die erste Methode beruht auf dem Sieben einer trocknen Thonmenge, die fein gemahlen ein sehr feines Haarsieb zu passiren hat; zuverlässige Resultate lassen sich jedoch hierdurch nicht erreichen. Die Schlämmmethode dagegen liefert äusserst befriedigende Resultate, und hat Fresenius den Schlämmapparat von Schulze besonders zu seinen vorgenommenen mech. Analysen von Ackererde sehr empfohlen[1]).

Um Ziegelerde der mechanischen Analyse zu unterwerfen, schlämmt man eine gewisse Menge der zu beurtheilenden Lehmerde, um den Gehalt an beigemengtem Sand, Gesteinstrümmern etc. kennen zu lernen; hierbei ist es nothwendig, seine Proben verschiedenen Stellen des Lehmbodens zu entnehmen.

Zu der Prüfung wählt man wohl 30 Gramm der zerdrückten, lufttrockenen Lehmerde und kocht sie ½ Stunde lang mit wenig Wasser, giebt sie dann in ein etwa 25 Zentimeter hohes, oben 7 Zentimeter weites Champagnerglas und lässt durch ein 50 Zentimeter langes, 7,5 Zentimeter weites, am unteren Ende zu 2 mm. verengtes Trichterrohr, das bis auf den Boden des Glases reicht, einen Wasserstrahl so lange auf die Lehmerde fliessen, als das abfliessende Wasser noch nicht ganz klar aussieht.

Der bei diesem Schlämmen gebliebene Rückstand ist Sand und wird trocken gewogen. Die abgeschlämmte Masse lässt man aus dem Wasser sich absetzen, bringt sie sodann wieder in das Champagnerglas und lässt bei einer Druckhöhe von 3,5 Zentimeter noch einmal den Wasserstrahl darauf fliessen, so lange noch etwas abgespült wird; der dann bleibende und getrocknete Rückstand giebt die Menge des beigemengten Staubsandes, den man wohl im gewöhnlichen Leben „Schlich“ oder „Schluff“ nennt. Nach längerem Stehen scheidet sich endlich aus der Flüssigkeit ein Schlamm ab, der an der Luft dann bei 100 Grad getrocknet wird; dieser Rückstand giebt den Thongehalt, die Differenz beider Gewichte giebt den Wassergehalt.

Durch Kombination der Apparate von Schulze und von Benningsen-Förder hat E. Schöne eine neue Vorrichtung zur Schlämmanalyse angegeben[2]); auch Dr. C. Bischof hat ein Schlämmverfahren für feuerfeste Thone zweckmässig erweitert und dabei Resultate gewonnen, welche im Verein mit der Feuerfestigkeit und dem Bindevermögen der Thone eine Werth-

---

feuerfesten Thone; auch von Aron & Seger wurden im Notizblatt von 1874 werthvolle Aufschlüsse über das Wesen der Thone zu geben versucht.

[1]) Erdmanns Journ. 47.

[2]) Fresenius Zeitschrift 7. Heft 1 und Jahrbuch der Baugewerke III. Jahrgang.

Digitized by Google

bestimmung derselben erleichtern und eine umfassendere Beurtheilung zulassen[1]).

Gut sich bewährt habende 5 Ziegelerdearten, deren chemische Analyse bereits mitgetheilt wurde, gaben, mechanisch zerlegt, folgende Resultate:

	I.	II.	III.	IV.	V. Sorte.
Thongehalt	31,5	48,5	60,0	28,5	80,3
Staubsand	20,0	14,5	10,5	20,0	6,5
Sand	34,0	25,0	21,0	42,5	10,6
Wasser	14,5	12,5	8,5	9,0	3,6

Die empirische Methode, eine gegebene Ziegelerde zu begutachten, besteht darin, dass man Versuche über die Plastizität der Ziegelerde durch Formen derselben einmal unvermischt, andersmal vermischt mit verschiedenen Mengen reinen Sandes, anstellt und darauf den Grad und die Art des Schwindens beobachtet.

Die so erhaltenen Proben setzt man dann den Einwirkungen eines Feuers im Ziegelbrennofen aus und beobachtet sie bei verschiedenen Stadien des Brandes, von geringen bis zu den stärksten Hitzegraden; hierbei prüft man das weitere Schwinden, den Grad der Schmelzbarkeit und die Farbe des dem Feuer ausgesetzten Ziegelguts. Schon das Brennen einer gegebenen Ziegelerde allein genügt in den meisten Fällen, um sich zu überzeugen, ob dieselbe zur Ziegelfabrikation tauglich ist.

Bei zu fetten Erden erfolgen zu dichte, rissige und sich leicht verziehende Backsteine, bei zu magerem Rohmaterial werden sie zu mürbe und zerreiblich.

Handelt es sich aber darum den Thon auf seine Feuerbeständigkeit zu prüfen, so müssen pyrotechnische Untersuchungen vorgenommen werden, über deren Wesen Näheres bei den feuerfesten Steinen folgen wird.

2. Gewinnung und Behandlung der Ziegelerde.

So werthvoll eine grosse Plastizität der Ziegelerde in vielen Fällen auch ist, so hinderlich ist doch stets das damit verbundene schwierige Trocknen der aus solchem Material verfertigten Waare, da ein ungleichmässiges Schwinden hierbei unvermeidlich ist. Die äusseren Schichten, welche unmittelbar der Luft ausgesetzt sind, verlieren zuerst ihre Feuchtigkeit und erhalten dadurch, besonders beim raschen Trocknen, eine lederartige Beschaffenheit, welche das weitere Austrocknen sehr hindert; dabei entstehen ungleiche Spannungen, welche ein Verziehen und auch wohl ein Reissen zur folge haben. Die eben erwähnten Einflüsse erweisen sich noch prägnanter bei dem dem Trocknen folgenden Brennen.

Die Mittel, diesen Uebelständen entgegenzuwirken, bestehen im gleichmässigen Vermischen der zu fetten Ziegelerde mit Stoffen, welche durch

[1]) R. Wagners Jahresbericht VII.

Digitized by Google

Trocknen keinen Wasserverlust erleiden und daher dem Schwinden auch nicht unterworfen sind; hierdurch werden die in der Ziegelerde vorhandenen Thontheilchen mehr von einander getrennt und es bilden sich durch die ganze Masse hindurch Poren, welche das Entweichen des Wassers sowohl beim Trocknen, als wie beim Brennen erleichtern, und verleihen solche antiplastischen oder magermachenden Substanzen, wie Sand, Kieselguhr, Ziegelmehl, Chamotte, Kohlen- und Koksklein, Sägespähne, Lohe etc. dem geformten Gegenstande eine gewisse Starrheit, welche dem Thone nicht gestattet, seiner Eigenschaft sich, durch den Wasserverlust zusammenzuziehen, rückhaltslos nachzugeben.

Das einfachste, durch die Natur selbst an die Hand gegebene Mittel ist die Beimengung von Sand und findet man auch an vielen Orten die Ziegelerde in dem richtigen Verhältniss von Sand und Thon gemischt, immer bleibt aber diese Beimengung eine mehr zufällige, nie eine durchaus gleichmässige, und daher wird es stets nothwendig sein, jede Ziegelerde durch sorgfältige Bearbeitung zu einer durchaus homogenen Masse von gleichem Gefüge, gleicher Farbe, ohne Geäder oder zufällige Beimengungen umzugestalten.

Die Art und Weise wie die Ziegelerde ihrer natürlichen Lagerstätte entnommen wird, ist eine äusserst verschiedene, meistens jedoch sind die Thonablagerungen, die für den Ziegeleibetrieb ihr Rohmaterial abgeben, Tagebauten und nur in den seltensten Fällen wird man zum unterirdischen Gruben- und Stollenbau greifen. Erschwert wird das „Schürfen“ in den Thon- oder Lehmgruben, wenn andringendes Wasser fortgeschafft werden muss, und dies durch einfache Ableitung durch Rinnen, Röhren etc. nicht erreicht werden kann; in diesem Falle muss das meistens dicklehmige Wasser durch Hebungsmaschinen: wie Centrifugal-Pumpen, Wasserschnecken, oder auch Pulsometer[1]) in oft kostspieliger Weise entfernt werden.

Das Abgerinnen des Thons wird meistentheils mit sogenannten Spitzhauen bewirkt, obwohl auch hier mit nicht zu brisanten Sprengmitteln (Dualin) mit Vortheil gearbeitet wurde.

Der Transport des geförderten Rohmaterials geschieht am häufigsten mit Schubkarren; aber auch eigens erbaute Kipp-Waggons auf eisernen Hülfsbahnschienen, selbst unter Zuziehung von Lokomotivbetrieb, finden bei umfangreichen Geschäften Verwendung. Da wo Terrainschwierigkeiten Geleisebahnen unverhältnissmässig vertheuern oder geradezu unmöglich machen, hat man in neuster Zeit wohl zu den Drahtseilbahnen seine Zuflucht genommen[2]).

In München wird die Ziegelerde ohne weiteres in den Lehmgruben abgehauen, mit Wasser übergossen und mittelst breitschneidiger Hacken

[1]) Thonindustrie-Zeitung 1876 u. 1877; Verhandlungen des deutschen Vereins für Ziegelfabr. 23.—25. Jan. 1877.

[2]) Jahrbuch der Baugewerke 1876.

Digitized by Google

in dünnen Schichten von einem Haufen zum andern geworfen, was bei dem gewöhnlichen Ziegelgut dreimal, bei dem feineren fünfmal und bei dem ganz feinen siebenmal sich wiederholt; je öfter die Ziegelerde umgehauen wird, desto plastischer und homogener wird sie, in desto feineren Scheiben kann man sie mit den breitschneidigen Hacken umwerfen, eine Manipulation, die man in München mit dem Ausdruck „abschröfeln" bezeichnet. Einer weiteren Bearbeitung wurde die Ziegelerde in München bisher nicht mehr unterworfen, und fiel das Einsumpfen, das Treten auf den Tretplätzen fort; die Ziegelerde hat eben die glückliche Mischung, dass sie eine weitere Umgestaltung nicht nöthig machte, was so häufig bei andern Sorten der Fall ist.

In England wird das Rohmaterial für die Herstellung von Ziegeln im Spätherbst und Winter in der Weise aufbereitet, dass der nöthige Thon und Sand gegraben und in abwechselnden Schichten von etwa 15 cm. Höhe in grossen viereckigen und regelmässig gestalteten Halden aufgekarrt wird; der Sand wird dabei nach bedarf gesiebt oder es wird statt dessen gesiebte Steinkohlenasche verwendet, während der Arbeit wird die ganze Masse möglichst gleichmässig mit Wasser besprengt. Sind diese Halden mehrere Monate der Einwirkung des Wetters ausgesetzt gewesen, und ist im Frühjahre das Eis aus diesen Thonhaufen verschwunden, so wird jede Halde vollständig zu einer neuen umgestochen und nach rückwärts aufgeworfen, wobei, wenn nothwendig, ein erneutes Wasserbesprengen vorgenommen wird; hat das Ziegelgut dann einige Wochen gelagert, so kann es zum Streichen der Ziegel sofort verwendet werden.

An anderen Orten erscheint es nothwendig, die bereits im Herbste gegrabene oder ausgestochene Ziegelerde, in Haufen ausgebreitet, den Winter hindurch ausfrieren zu lassen; es werden dadurch die einzelnen Theile recht aufgelockert und wittern dabei allenfalsige Salze, wie Salpeter, gegen die Oberfläche der Haufen aus, die dann vor dem Gebrauch der Ziegelerde beseitigt werden müssen. Auch der allenfalls beigemischte Schwefelkies wird, wenn die Ziegelerde in dünnen Lagen der Einwirkung des Frostes ausgesetzt ist, durch Luft und Wasser völlig unschädlich gemacht, besonders dann, wenn, was ja sehr häufig der Fall, kohlensaurer Kalk mit vorhanden ist. Der Schwefelkies geht hierbei in schwefels. Eisenoxydul über und bildet sich später schwefels. Kalk und kohlens. Eisenoxydul, welche beim Brennprozess keine solche schädliche Wirkung ausüben können, wie dies beim Schwefelkies der Fall ist.

Ungleich wirksamer als das Auswintern ist nach Türrschmidt das Aussommern; hierbei wird die zu verwendende Ziegelerde durch die Sommerwärme oder durch künstliche Trocknung vollständig gedörrt. Eine so ausgetrocknete Masse saugt bei Hinzubringen von Wasser dasselbe so energisch an, dass dadurch seine ursprüngliche Form vollständig zerstört wird und ein durchaus homogenes Material entsteht.

Digitized by Google

Soll noch grössere Sorgfalt auf die Vorbereitung verwendet werden, so bringt man die Ziegelerde in Gruben, überschüttet sie dann mehrere Zentimeter hoch mit Wasser, und nennt man dies Einsumpfen. Ist nun die Erde, die zum Ziegelstreichen vorbereitet werden soll, zu fett, d. h. hat sie zu viele Thontheile im vergleich zu ihrem Sandantheil, so muss ein Sandzusatz gegeben werden; man bringt nämlich die eingesumpfte Ziegelerde in ausgebreiteten, einige Zentimeter hohen Schichten auf die Tretplätze und mischt die nöthige Masse Sand dazu; hierauf beginnt das Durchtreten der Masse, wobei sie nicht nur die richtige Mischung erhält, sondern auch zum Streichen der Ziegelwaare gehörig homogen und plastisch gemacht wird.

Zu fette Ziegelerde klebt an der Form fest, schwindet sehr stark, und erhält, oft bei starker Deformation, zahlreiche Risse; man setzt deshalb dem zu fetten Rohmaterial sogenannte Magerungsmittel bei, wodurch die zu grosse Plastizität vermindert, aber das Formen erleichtert wird. Durch die geeigneten Magerungsmittel: Sand, Kieselsinter, Infusorienerde, Chamotte wird die ganze Masse aufgelockert, dem Wasser aus dem Innern der Austritt leichter gestattet, sodass sich ein gleichmässiges Trocknen und Brennen erreichen lässt.

Ist die Ziegelerde zu mager, d. h. hat sie zu viele Sandtheile im vergleich zu ihrem Thonantheil, so muss ihr ein Theil des Sandes entzogen werden und dies kann nur durch das sogenannte Schlämmen geschehen.

Das Schlämmen ist überhaupt ein sehr gutes Mittel, Rohmaterialien, die sonst zur Ziegelfabrikation untauglich sind, dazu vorzüglich verwendbar zu machen; es lassen sich durch dieses Verfahren Gerölle, Steine, Kies, Knollen und Wurzeln, sowie sehr grober oder zu viel Sand ausscheiden, während andererseits vorhandene Alkalien dabei in Lösung übergehen; von diesem rationellen Verfahren der Reinigung macht man meistens nur Gebrauch, um bessere Waare zu produziren, in andern Fällen scheut man die erhöhten Anlage- und Betriebskosten; hervorzuheben ist dabei, dass diese hinreichend aufgewogen werden durch die Thatsache, dass der Schlämmprozess die höchste Steigerung in bezug auf die Qualität aller Ziegeleiprodukte ermöglicht.

Die einfachste Schlämmvorrichtung besteht in einer grossen, wasserdichten Grube, in die man die Ziegelerde bringt, stark mit Wasser vermischt und fleissig durchrührt; die gröbsten Sand- und Steintheile werden hierbei zu Boden sinken, während die oben stehende Erde an Magerkeit verliert; diese lässt man so abfliessen, dass der ausgeschiedene Sand am Boden der Grube zurückbleibt. Von den vielen, theils sehr komplizirten Schlämmvorrichtungen soll eine, ihrer Zweckmässigkeit wegen, hier nähere Erwähnung finden; die Haupttheile dieser Vorrichtung sind: 1. Eine cylindrisch ausgemauerte Grube von 4,8 cm. im Durchmesser, der Boden dieser

Digitized by Google

Grube liegt 0,90—1,2m. höher wie die Schlämmbänke für den geschlämmten Thon. 2. Eine Art von hölzernem Rechen, der aus drei Armen oder Schwellen besteht, welche quer durch Riegelhölzer verbunden sind. Dieser Rechen ist in der Grube drehbar, indem sich im Mittelpunkt der letzteren ein senkrecht eingerammter, nach oben in einen Zapfen endender Pfahl befindet, der jenem als Drehpunkt dient. Er ist nämlich einerseits mit dem letztern, andererseits nach aussen mit einem Zugbaume verbunden, woran ein Pferd gespannt werden kann, welches ausserhalb der Grube sich bewegt. Im Durchmesser der Grube liegt unter dem gemauerten Boden ein Schwellholz, in welches grosse 0,54 m. lange eiserne Nägel eingefügt sind, die mit ihren Spitzen aufwärts durch den Boden hindurchragen; eben solche mit ihren Spitzen nach unten gerichtete, aber den Boden nicht ganz berührende Nägel, befinden sich in so bestimmten Entfernungen am untern Theil der drei Arme des Rechens, dass jeder einzelne derselben zwischen den feststehenden Nägeln des Bodens, bei der Umkreisung des Rechens hindurchgeht und eine Peripherie beschreibt, welche eine von allen übrigen Nägeln verschiedene ist. Damit der Bewegung des Rechens kein Hinderniss im Wege steht, ist sein äusserer, an die Umfassungswand der Grube stossender Theil mit einem kleinen Gerüst auf Rollen verbunden, dessen Rollen sich auf einer eichenen Bahn am obern Rande der Grubenwand bewegen. Man bringt die Ziegelerde in die Grube, leitet dazu eine entsprechende Menge Wasser und lässt dann den Rechen sich in Bewegung setzen. Die Zähne desselben werden dabei die ausgebreitete Masse so oft durchschneiden, als die Umkreisung geschieht, und diese stark zertheilen, sodass sich ein dünnflüssiger Brei bildet, den man dann durch eine am Boden der Grube befindliche abschüssige unterirdische, mit Schieber und Gitter versehene Oeffnung abfliessen lässt. Die so geschlämmte Ziegelerde gelangt dann in die sogenannten Schlämmbänke, die terrassenförmig angeordnet und unter sich durch vergitterte Abflussöffnungen verbunden sind[1]).

Um die Ziegelerde zum Formen verwendbar zu machen, ist vor allem darauf zu sehen, dass dieselbe eine durchaus innige Vermengung erfahren hat; die Masse muss vollständig homogen sein, ohne Geäder, ohne verschiedene Färbung, ohne irgend eine wahrnehmbare Struktur; mangelnde Homogenität übt immer einen schädlichen Einfluss auf das herzustellende Produkt, das sich selbst, z. B. bei Backsteinen, durch stärkeres Brennen nicht ausgleichen lässt. In vielen Fällen erfordert die Ziegelerde die sorgsamste Bearbeitung, um ihre ursprüngliche Struktur zu zerstören, und sie homogen zu machen; von einer solchen Bearbeitung hängt auch ihre Formbarkeit und ihre Kontinuität ab.

[1]) Das Jahrbuch der praktischen Baugewerke 1870, pag. 97 theilt eine Zukunftsschlämmmaschine von Dr. Martern in Königsberg mit und wird hierauf verwiesen. Weitere Schlämmmaschinen bespricht das Notizblatt 1866, 1867, 1869 u. 1874.

Digitized by Google

Im Kleinbetriebe trifft man wohl noch heute das Durchtreten der vorher eingesumpften Ziegelerde von Menschen und Thieren, besonders Ochsen, an; andererseits wird die Erde mittelst Haueisen plastisch gemacht, oder sie wird durch Siebe gepresst, wobei die Ziegelerde durch die Siebmaschen tritt, während die Steine entfernt werden. Auch Fahr- oder Karrenmaschinen und Radbahnen, bei welchen ein mit Steinen beschwerter Karren mit breiten Rädern von ungleichem Durchmesser, oder Mühlsteine auf einer kreisrunden Trettenne mit Hülfe eines Pferdegöpels die Durcharbeitung der Ziegelerde und Zerquetschung aller Accessorien besorgen[1]) finden Verwendung.

Alle diese Vorrichtungen werden gegenwärtig ersetzt durch die sich so vorzüglich bewährt habenden Thonschneider; es muss dabei aber auf die richtige Stellung und Entfernung der Messer gesehen werden, die nach unten zu eine abnehmende sein soll.

Die früheren Thonschneidemaschinen waren in ihren Bottichen aus Holz konstruirt; man ist hiervon ganz zurückgekommen, da jede Verbindung von Holz und Eisen, besonders wo das erste vielfach nass, dann wieder trocken sich erhalten soll, sich mit der Zeit so lockert, dass sie ihren Dienst nur theilweise zu leisten im Stande ist. Einen einfachen

Fig. 16.

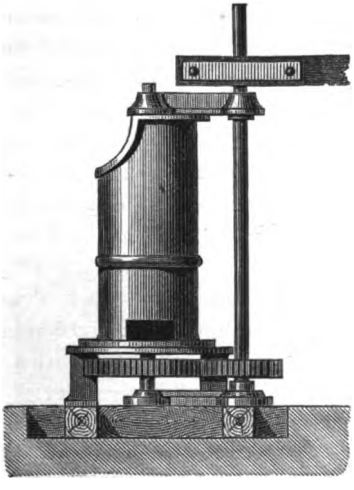
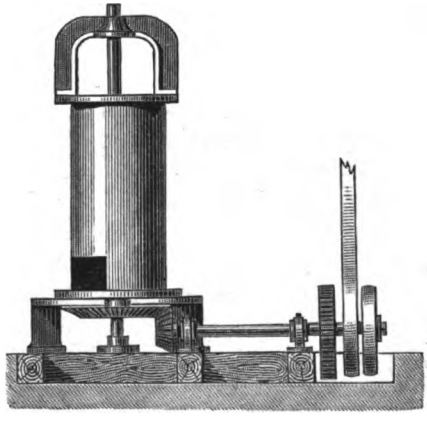


Fig. 17.



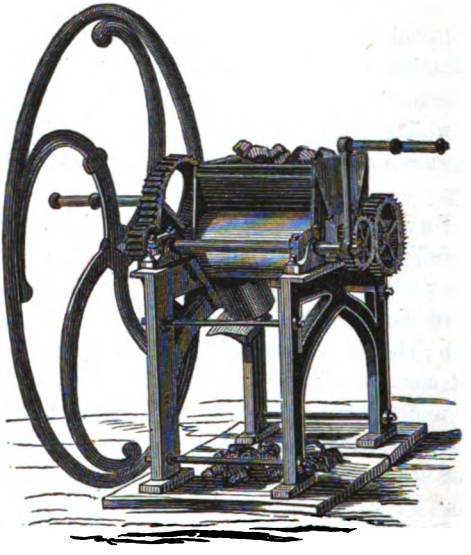
Thonschneider mit direktem Pferdebetrieb, ganz von Eisen, verdeutlicht Fig. 16; Fig. 17 ist für Riemenbetrieb eingerichtet. Dieser Thonschneider bearbeitet die frisch gegrabene Ziegelerde zu einer geschmeidigen plastischen Masse und liefert, der erste täglich das Material

[1]) Die Natur der Ziegelthone von Dr. H. Zwick, 1878.

Digitized by Google

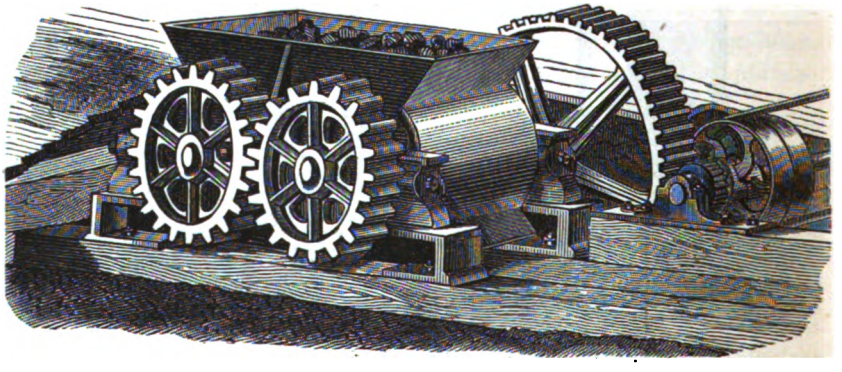
für circa 8000 Backsteine, der zweite, mit Dampfkraft betriebene mehr als das doppelte.

Fig. 18.



Recht zähe, feste, mit Steinen untermischte Erde wird nicht immer durch den Thonschneider zu bewältigen sein, in solchen Fällen sind zur Vorbereitung des Ziegelgutes Walzwerke nothwendig, die eine energische

Fig. 19.



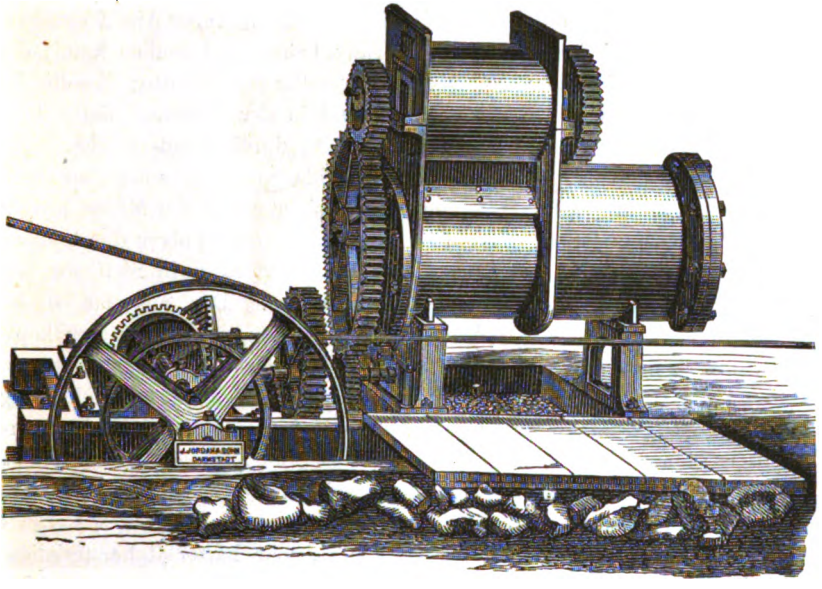
und auch sichere Zertheilung ermöglichen. Eine kleine Thonwalzmühle mit Handbetrieb giebt die nebenstehende Fig. 18; eine solche mit Riemenbetrieb Fig. 19.

Sehr vortheilhaft ist, wenn es sich darum handelt, die Ziegelerde für ganz feine Waaren vorzubereiten, die beiden eben erwähnten Apparate zu

Digitized by Google

einer kombinirten Thonzubereitungsmaschine zu verbinden, die dann aus Walzwerk und Thonschneider besteht, wie dies Fig. 20 zeigt; ein solcher mit Dampfkraft betriebener Apparat liefert täglich das Material für 10—12,000 Backsteine.

Fig. 20.



Alle diese Maschinen leisten auch da die besten Dienste, wo das Ziegelformen selbst noch durch Handschlägerei betrieben wird, und dies wird hauptsächlich überall da der Fall sein, wo Arbeitskräfte im Ueberfluss vorhanden sind, und wo die Arbeitslöhne demnach sehr niedrig stehen; endlich auch da, wo man von dem Altgewohnten nicht abgehen mag und vor allem Neuen grosse Furcht hegt.

Die vorstehenden Maschinen liefert die Fabrik von L. Jordan in Darmstadt in äusserst solider Ausführung und ist dieselbe auf Fertigung von allen Maschinen für den Ziegeleibetrieb eingerichtet.

Vielfach wird die Arbeit des Homogenisirens der Ziegelerde von den Ziegelpressen mit übernommen, wie dies bei den Ziegelmaschinen von Clayton, Sachsenberger, Hertel, Schlickeysen etc. der Fall ist, Maschinen die einer späteren Besprechung unterworfen werden[1]).

[1]) Ein neuerer Homogenisirungs-Apparat von S. Lucht in Coburg wird von A. Hausding beschrieben; siehe dessen Industrielle Torfgewinnung etc. Berlin 1876; Näheres über einen anderen eigenthümlichen Apparat in Gestalt eines Walzwerkes und Thonschneiders von E. Dumont in Fontval a. d. Loire theilt das Jahrbuch der Baugewerke 1876. p. 293 mit.

Digitized by Google

Eine wesentlich andere Behandlung des Ziegelguts wird aber da in Anwendung gebracht, wo man Schieferthone und Schieferletten, welche der Kohlenformation angehören, zur Fabrikation von Ziegelwaaren benutzt; diese bedürfen einer jahrelangen Verwitterung, ehe sie sich in eine plastische Masse verwandeln lassen, wie sie die Streich- oder Maschinenarbeit der vorherrschend üblichen Art verlangt.

Das Rohmaterial, aus den Gruben entnommen, gelangt unmittelbar in die Thonmühle, bei der die Steine im Kollergang mit ihrer Axe feststehen, deren Lager sich jedoch in einer Führung heben und senken kann, dagegen kreist die dicke, aus Gusseisen hergestellte Bodenplatte; dieselbe ist mit einem hochstehenden Rand versehen und in der äusseren Hälfte ihres Durchmessers, der etwa 2—2¼ Meter beträgt, durch kleine Löcher siebartig durchbrochen, so dass alle fein gemahlenen Theile sofort aus dem Bereiche der Steine entfernt werden und in einen unter der Mühle befindlichen Blechkasten fallen. Aus diesem wird das Thonpulver durch einen Elevator in eine höhere Etage gehoben und passirt hier ein Sieb, um alle noch vorhandenen gröberen Theile zu entfernen. Das Sieb hat solche Maschenweite, dass alle die feinen Theile bis etwa zur Stecknadelkopfgrösse durchgehen und zur Presse, zur Herstellung von Steinen gelangen, während die Graupen in ihrer weitern Zerkleinerung unter den Kollergang oder in einen Desintegrator zurückgehen, wo sie in ein feines Pulver zerstäubt werden.

Das erzielte Thonpulver gelangt dann weiter in solche kräftigen Pressen, wie sie weiter unten speziell beschrieben sind.

In neuerer Zeit werden zum Zerkleinern sehr harter Rohmaterialien, z. B. des Kohlenschiefers, sogenannte Schleudermühlen verwendet; eine solche von Rittinger konstruirte Maschine liefert in 24 Stunden 240 bis 270 Zentner griesfeines Mehl bei Anwendung von 4—5 Pferdekräften[1]).

3. Formen der Lehmerde.

a. Formen der Voll- und Hohlziegel.

b. Formen der Dachplatten.

a. Formen der Voll- und Hohlziegel.

Das Formen der Vollziegel wird noch vielfach durch Handarbeit betrieben und in kleinen Ziegeleien möchte dies vollständig genügen, da hierdurch mit verhältnissmässig geringen Kosten viel Material in kurzer Zeit geliefert werden kann. Man unterscheidet das Formen mit Sand und

[1]) Näheres Bischof, die feuerfesten Thone pag. 136. Eine andere Zerkleinerungsmaschine für solche Ziegelerde, die unmittelbar der Grube entnommen wird, siehe die Trockenziegelpresse von W. Hess.

Digitized by Google

das Formen mit Wasser; im ersteren Fall wird die Form, um das Sichanhängen des Ziegelguts zu verhindern, mit Sand bestreut, im andern Fall erreicht man dies, indem man die Form in Wasser taucht. Die Form, in der Regel ein hölzerner Rahmen mit Eisenblech beschlagen, muss auf das Schwindmass eingerichtet sein, und muss dieses bei jedem Ziegelgut erst durch Probebrennen festgestellt werden.

Die Manipulation beim Ziegelschlagen ist eine sehr einfache, und meistens erlangen die Leute, die sich damit beschäftigen, eine ungemeine Gewandheit; an einem Tisch werden hier in München im Akkord täglich über 3000 Stück Steine von einem Schläger geschlagen, wobei ein Arbeiter die vorbereitete Ziegelerde zuführt und eine andere Person (Knabe oder Weib) die geformten Steine bei Seite stellt.

Die Zeit, in der Ziegel geschlagen werden können, muss vollkommen frostlos sein, denn nicht vollständig ausgetrocknete Lehmsteine würden nach dem Gefrieren und Wiederaufthauen gänzlich zerfallen.

Vitruv sagt über diese Manipulation (lib. II, 3): „Man streiche Ziegel nur im Frühjahre und Herbste, damit sie gleichmässig trocknen; denn die, so in der Sonnenwende gestrichen werden, haben den Fehler, dass sie von der heftigen Sonnenhitze äusserlich eine Kruste bekommen und trocken scheinen, wenn sie innerlich noch feucht sind; daher sie denn bei fernerem Trocknen schwinden, wodurch dasjenige, so bereits trocken war, springt, sie Risse bekommen und unbrauchbar werden."

„Am allerbrauchbarsten, fährt Vitruv fort, sind die Ziegel, welche 2 Jahre zuvor gestrichen worden sind, denn eher können sie nicht durchaus trocken sein. Vermauert man sie aber, wenn sie noch weich und nicht ganz trocken sind, so können sie, während die Bekleidung (tectorium), womit sie überzogen werden, fest stehen bleibt, sie selbst aber sich setzen, nicht die nämliche Höhe als die Bekleidung behalten; sie lassen also von derselben durch die Bewegung beim Schwinden ab und trennen sich davon. Die Bekleidung aber ist zu dünn, als dass sie für sich selbst bestehen könnte, wenn sie von der Mauer abgesondert ist, sie zerspringt also; auch bekommt die Mauer selbst Risse, indem sich ein Theil derselben mehr senkt als der andere. Aus diesem Grunde dürfen zu Utica die Ziegel nicht eher vermauert werden, als sie von einer obrigkeitlichen Person besichtigt sind, und als vor fünf Jahren gestrichen, trocken befunden worden sind."

Aus dieser Mittheilung geht hervor, dass Vitruv hier nur von Lehmsteinen spricht, die an der Sonne getrocknet waren.

Der Sommer ist für uns kein Hinderniss, Ziegel zu schlagen, in sofern man überall Vorrichtungen besitzt, die geschlagene Waare gegen das zu schnelle Trocknen zu schützen; in neuester Zeit werden, besonders beim förmlichen Fabrikbetriebe, auch die Ziegelform-Arbeiten im Winter nicht unterbrochen, da man künstliche Trockenvorrichtungen herstellt, wo-

Digitized by Google

durch der Betrieb überhaupt von jeder Witterung unabhängig gemacht werden kann.

Zum Formen der Ziegel benutzt man gegenwärtig bei grösserem Betriebe der Ziegeleien vielfach die Ziegelform-Maschinen, jedoch finden dieselben nur langsam allgemeine Aufnahme; denn sehr viele Besitzer von Ziegeleien haben von vornherein keinen Sinn für einen intelligenten Betrieb ihres Gewerbes, und, indem sie einem nichts weniger als gebildeten Stande angehören und ihre Ziegelei wohl auch nur als Nebengeschäft betreiben, begnügen sie sich mit dem Althergebrachten, wobei ihnen das untergeordnete Personal, das sie zur Hand haben, genügende Dienste leistet. Andere scheuen eine völlige Umgestaltung des bereits Bestehenden, denn dies bringt die Einführung von Maschinen zum grossen Theil mit sich; viele gehen nur mit aller Vorsicht an die Einführung von Neuerungen, gewitzigt durch den grossen Schaden, in den nur zu oft Leichtgläubige durch marktschreierische Anpreisungen gerathen sind. Was ferner die allgemeine Einführung der Ziegelform-Maschinen behindert, und was nicht verschwiegen werden darf, ist der Umstand, dass man sehr lange dazu gebraucht hat, Maschinen von nur einigermassen genügender Leistungsfähigkeit herzustellen. Man experimentirte eben sehr lange herum und, ehe noch Genügendes erreicht war, wurde auch selbst viel Schlechtes und Unbrauchbares mit Charlatanerie angepriesen. So wurden viele in ihren Erwartungen vollständig getäuscht, noch mehrere aber gegen alle Anpreisungen, mochten sie wahr oder falsch sein, argwöhnisch gemacht.

Anderen endlich ist das Anlagekapital und der Betrieb mit Maschinen zu kostspielig, besonders wenn sie nur ein kleines Geschäft betreiben, wobei fast immer die Handsteine noch billiger als die Maschinensteine zu stehen kommen.

Am schwersten ist aber das überall noch bestehende Vorurtheil zu bekämpfen, dass Maschinensteine nichts taugen; ja es liegen sogar Fälle vor, dass selbst unsere Baubehörden bei Akkordirungen von Neubauten die Maschinensteine ausschlossen.

In England und Nordamerika arbeitet man fast ausschliesslich in allen Ziegelfabriken mit Maschinen, aber bei uns steht die Anwendung derselben noch immer sehr vereinzelt da. Man nimmt nun allgemein an, dass Maschinen zum Ziegelformen nur da Vortheile bieten, wo man sehr grosse Massen produziren und absetzen kann, wo Mangel an Arbeitskräften ist und die Tagelöhne sehr hoch stehen, endlich wo es sich darum handelt, sich mehr und mehr vom Arbeitspersonale unabhängig zu machen.

Die Fabrikation von Hohlsteinen macht jedoch Maschinen beinahe unentbehrlich, da das Formen derselben aus freier Hand zwar möglich, aber doch höchst umständlich ist.

Seit 40 bis 50 Jahren ist man darauf bedacht gewesen, die einfache Manipulation des Ziegelformens durch Maschinen zu ersetzen, und es sind

Digitized by Google

eine Unmasse Ziegelmaschinen konstruirt worden, von denen jedoch nur einzelne als vollständig bewährt sich bewiesen haben; nur diese sollen hier in Besprechung gezogen werden, und theilen wir dieselben in drei Hauptklassen:

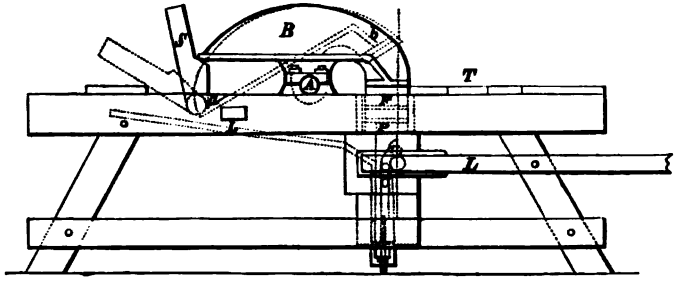
I. Maschinen mit Handbetrieb (Hebelmaschinen).
II. Maschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus nasser Ziegelerde (Nasspressen).
III. Maschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus trockener Ziegelerde (Trockenpressen).

I. Maschinen mit Handbetrieb (Hebelmaschinen).

Als Beispiel für diese Maschinen kann die Ziegelpresse von O. Goffard gelten, die hier nähere Beschreibung finden soll. (Fig. 21.)

Auf einem Gerüste von vier starken Tragbalken besteht sie aus einem gusseisernen Hebelkopf (Balancier) B, der sich in der Axe A in einem scharfen Winkel (Linie a b) auf- und abwärts bewegen lässt, die metallene

Fig. 21.



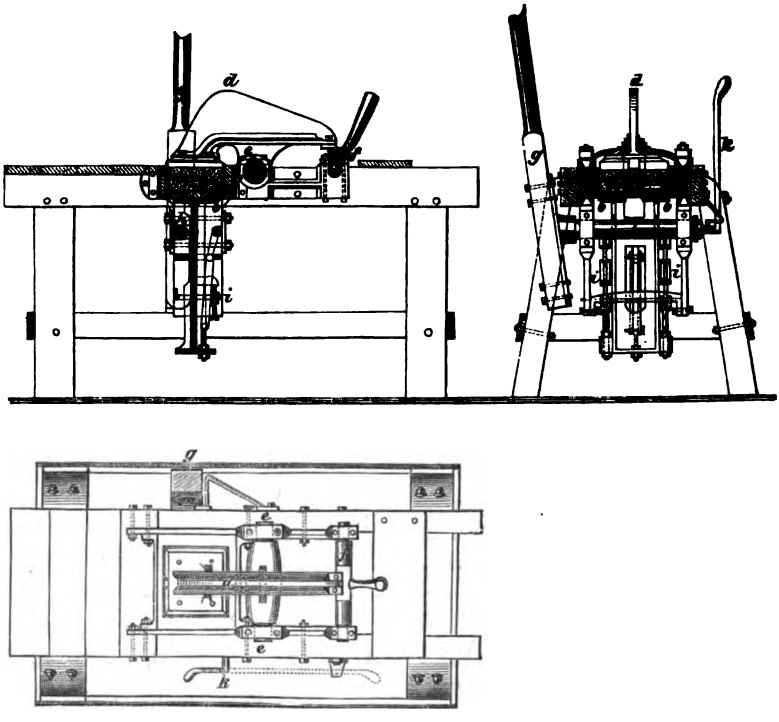
Ziegelform F abwechselnd schliesst und freilässt und durch den gusseisernen Träger S in horizontaler Richtung zur Abschliessung der Form gestellt werden kann. Die metallene Ziegelform F, welche durch Aufklappen des vorbeschriebenen Balanciers sich öffnet, nimmt in diesem Moment die präparirte grubentrockene Ziegelerde auf. Ein hölzerner Haupthebel L drückt mittelst einer Kette den Metallkolben P aufwärts gegen die Form, während dieselbe von oben durch die horizontale Stellung des Hebelkopfs B geschlossen ist, und hierdurch wird die Kompression der Ziegelerde bewirkt.

Digitized by Google

Ein kleiner eiserner Gegenhebel L bewirkt durch sein Niederdrücken die Hebung des Metallkolben F und hebt den geformten Lehmstein auf das Niveau des Ziegeltisches T, von wo er durch den Abträger weggenommen wird.

Die Bedienung der Maschine erfordert einen kräftigen Arbeiter und einen Gehülfen; eine dritte Person trägt dann die Steine zum Trocknen ab. Der durch den Hebelarm L ausgeübte Druck beträgt 34 Kilogramm auf jeden Quadratzentim. oder auf die ganze Ziegelfläche, circa 300 Quadratzentim. messend, = 10 200 Kilogr.; die Maschine liefert per Stunde 200 Stück oder per 10 Arbeitsstunden 2000 Stück vollkommen gleichförmiger und hartgepresster, scharfkantiger Lehmsteine von regelmässiger Form, welche in kurzer Zeit an der Luft trocknen und dabei wenig schwinden und nicht reissen.

Fig. 22.



Eine andere Maschine derselben Art zeigt Fig. 22. Sie ist vom Ingenieur M. A. Julienne in Paris konstruirt.

Schon im Jahre 1838 konstruirte der Erfinder dieser Presse eine andere Maschine zur Fabrikation der Backsteine, welche in der Nähe von

Digitized by Google

Rouen in Betrieb gesetzt wurde; diese Maschine bestand aus zwei Trichtern, in welche man die Ziegelerde warf, und unter denen zwei eiserne, mit auswärts stehenden Zähnen versehene Wellen die Erde zerbröckelten. Von hier aus gelangte die Letztere in ein Sieb und aus diesem auf ein endloses Tuch, welches dieselbe in die über den Formkasten befindlichen Behälter brachte. Diese Ziegelerde wurde weiter nicht benetzt, sondern gerade so verwendet, wie sie aus dem Boden kam, dessen Feuchtigkeit hinreichend war, um das Pressen vornehmen zu können.

Die eigentliche Presse besteht aus einer horizontalen gusseisernen Scheibe, mit etwa 40 am Rande gleichmässig vertheilten viereckigen Formen, die genau die Grösse eines Backsteines besitzen. Die Formen sind von unten durch ein gut passendes Holzstück geschlossen, die oberen Oeffnungen aber haben gusseiserne Deckel, die sich in Scharniren bewegen und eine Art Kolben in der Form bilden. Wenn die Formen leer sind, so steht das untere Holzstück so, dass der hohle Raum genau die Form eines Backsteines hat; der Deckel ist alsdann geöffnet. So wie eine Form unter den Lehmkasten gelangt, wird sie mit Ziegelerde angefüllt, aber kaum hat sie jene verlassen, so fällt auch der Deckel zu und erhält einen sehr starken Druck, in folge dessen die Erde zusammengepresst und der Backstein in die gehörige Form gedrückt wird. Das Herausnehmen des letztern aus der Form wird ebenfalls auf mechanischem Wege bewerkstelligt, indem bei der Drehung der Formplatte jener Deckel durch einen Haken, dem er begegnet, geöffnet und die untere Holzplatte in die Höhe getrieben werden kann, wodurch der nunmehr geformte Backstein aus seinem Formkasten heraustritt und von Knaben weggenommen wird. Diese Backsteine, welche durch die Pressung eine solche Festigkeit erlangt haben, dass sie beim Transportiren nicht mehr brechen, legt man auf Gestelle und lässt sie an der Luft trocknen.

Nach weiteren Berichten erforderte diese Maschine zum Betriebe $2\frac{1}{2}$ — 3 Pferdekräfte bei einer stündlichen Produktion von 12—1500 Stück Backsteinen.

Diese ziemlich komplizirte Maschine wurde später von Julienne durch einen weit einfacheren Apparat ersetzt, welcher im Prinzipe von jener nicht abweicht, dagegen eine ganz andere Manipulation erfordert. Es ist derselbe weniger eine Maschine für die Fabrikation im Grossen, als vielmehr eine Vorrichtung zur Erleichterung der Handarbeit des Formens und zeichnet sich durch Einfachheit und Solidität vortheilhaft aus. Der Preis für denselben beträgt 500—600 Frs.

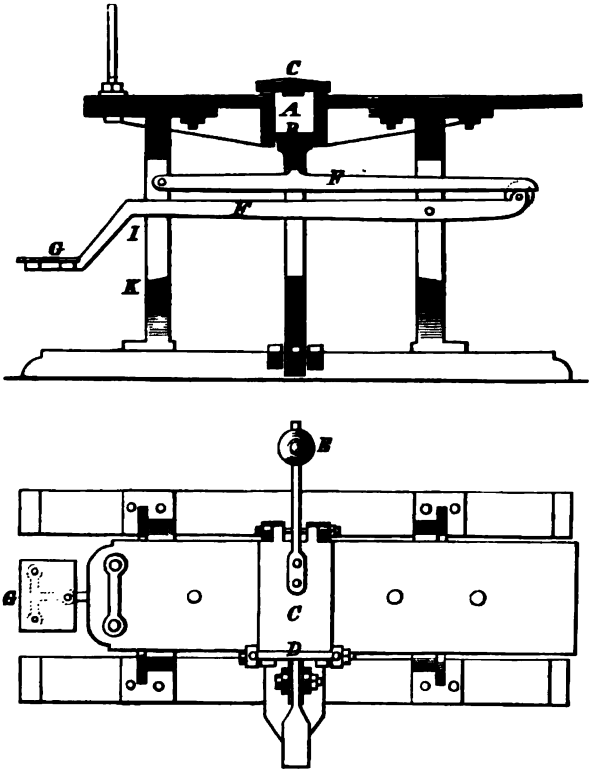
Mit Hülfe dieser Presse ist ein Arbeiter, von einem Knaben unterstützt, im Stande, täglich 3000 Stück Backsteine zu formen.

Sie besteht aus einem hölzernen starken Gestell, das einen gusseisernen Rahmen in sich aufgenommen hat, in dem die beweglichen Theile des Apparates Aufnahme finden, und das zu gleicher Zeit den Tisch bildet,

Digitized by Google

der zwei hölzerne, mit Kupferblech ausgefütterte Rahmen, die Formen für die Backsteine (a, a), aufnimmt. Diese beiden Formen sind oben und unten offen, haben bewegliche Böden (b, b) und können durch einen schweren gusseisernen Deckel (d), welcher sich wie ein Scharnir um eine Axe (e) dreht, vollkommen fest geschlossen werden. Den festen Schluss bewirkt ein an dem kleinen Hebel sich drehendes Unterlagsstück f. Die als Stempel zu benützenden beweglichen Böden werden nun mittelst eines starken Hebels g durch einen kräftigen Zug gehoben, und dies geschieht dadurch, dass mit der Hebelwelle h zwei kurze Hebel in Verbindung

Fig. 23.



stehen, welche mittelst der beiden Ketten i i den Druck auf die Kolbenstange der Bodenplatte übertragen, und wird hierdurch die Ziegelerde in ihrer Form stark zusammengepresst. Ein Ruck entfernt den Schliesshebel vom gusseisernen Deckel, dieser öffnet sich, und ein Druck auf einen zweiten Hebel k hebt mittelst zweier Zugstangen die Bodenplatte so hoch, dass der Stein von der Form abgenommen werden kann.

Digitized by Google

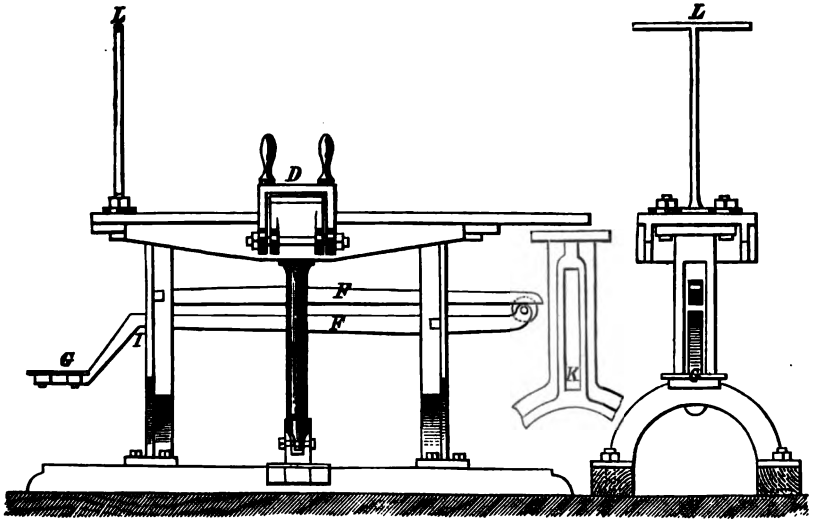
Zu den Ziegelmaschinen mit Handbetrieb sind auch die Pressen zu zählen, die zum Nachpressen bereits geformter, halbtrockener Lehmsteine verwendet werden.

Fig. 23 zeigt eine solche Presse in allen Projektionen; ihre Konstruktion beruht auf der Anwendung eines Tritthebels, welcher mittelst eines vertikal gehobenen Stempels die Pressung hervorbringt.

Der Zweck der Maschine ist, dem nach gewöhnlicher Art geschlagenen Lehmstein durch Zusammenpressung seiner Masse eine erhöhte Dauer zu geben, zugleich aber seine äussere Form in bezug auf glatte Flächen, scharfe Kanten und Ecken tadellos herzustellen.

Der zu pressende Lehmstein wird in die offene Form A auf die schmiedeeiserne Platte B gelegt, dabei ist der Stein etwas kleiner als die Form selbst, so dass er bequem eingelegt werden kann, aber in gleichem Verhältniss dicker; hierauf wird die Form A mit dem gusseisernen Deckel C geschlossen, und die mit zwei Handgriffen versehene schmiedeeiserne Kramme D vorgeschoben. Der Deckel ist mit einem verschiebbaren Gegengewicht E versehen, um ihn leichter handtiren zu können, und enthält

Fig. 23 a.



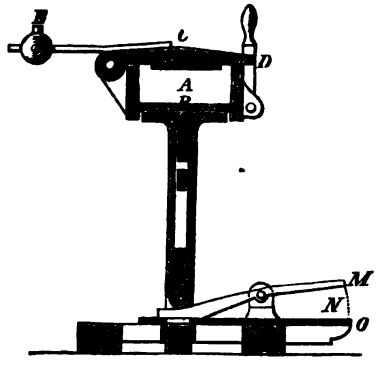
an seiner unteren Fläche eine 7,5 mm. starke, 4,5 cm. breite und 15 cm. lange schmiedeeiserne Platte, die dem Stein zugleich die Firma der Ziegelfabrik aufpresst; ausserdem aber, während sie im Moment der Pressung in die Oberfläche des Steins hineingedrückt wird, die Thonmasse nach den Seiten drängt und dadurch zur Herstellung scharfer Kanten und Ecken beiträgt.

Digitized by Google

Um die Pressung selbst in's Werk zu setzen, besteigt ein Arbeiter den Tritthebel F bei G und wuchtet auf demselben ein- bis zweimal mit seiner Körperschwere. Hierdurch wird der Stempel H gehoben und der Stein gepresst. Die Tritthebelvorrichtung verneunfacht die bei G wirkende Last des Menschen. (Fig. 23a.)

Die gepressten Steine müssen stets dieselbe Stärke erhalten, auch für den Fall, dass die hierfür verwendeten Thonmassen nicht die vorgeschriebene Grösse gehabt hätten. Zu dem Ende ist die Einrichtung getroffen, dass der untere Tritthebel mit seiner Unterkante bei I auf die Fläche K des gusseisernen Fusses aufstösst, sobald der Pressstempel zu der vorgeschriebenen Höhe gehoben ist. Da die in Rede stehende Hubhöhe nur gering ist, so lässt sie sich leicht durch die auf dem Stempel befindliche schmiedeeiserne Platte B reguliren. Während der Arbeiter auf dem Tritthebel steht, hält sich derselbe an dem 0,52 Meter hohen Bügel L. Nach geschehener Pressung wird die Kramme gelöst und der Deckel abgehoben.

Fig. 23b.



Hierauf kommt der Tritthebel M (Fig. 23b) in Thätigkeit und hebt den Stempel so hoch, dass die Oberfläche der Platte 8 mm. über dem oberen Rande der offenen Form A steht. Die Hubhöhe dieses Hebels regulirt sich durch die Entfernung N, so zwar, dass der gehobene Hebel bei O aufstösst. Der gepresste Stein wird nun abgehoben und an den Trockenplatz getragen. Die Wandungen der Pressform werden nach jedesmaligem Gebrauch abgewischt und sehr sparsam mit Baumöl eingestrichen; man kann sich auch eines ganz feinen Sandes bedienen oder des Ziegelmehls, womit dann der zu pressende Stein eingestaubt wird. In neuester Zeit hat sich das Einstauben der Pressformen mit Kohlenstaub am allerbesten bewährt.

Zur Handhabung der Presse ist ein kräftiger Arbeiter nöthig und ein Knabe, der das Zu- und Abtragen der Steine besorgt; eine zehnstündige Arbeitszeit ermöglicht das Nachpressen von 1200—1500 sauberen Presssteinen.

Diese Presse kann zu allen möglichen andern künstlichen Steinen als da sind: Dachplatten und Dachpfannen, Gesims- und Ornamentsteine u. s. w. verwendet werden, wobei die betreffenden Lehren in die Pressform eingelegt werden.

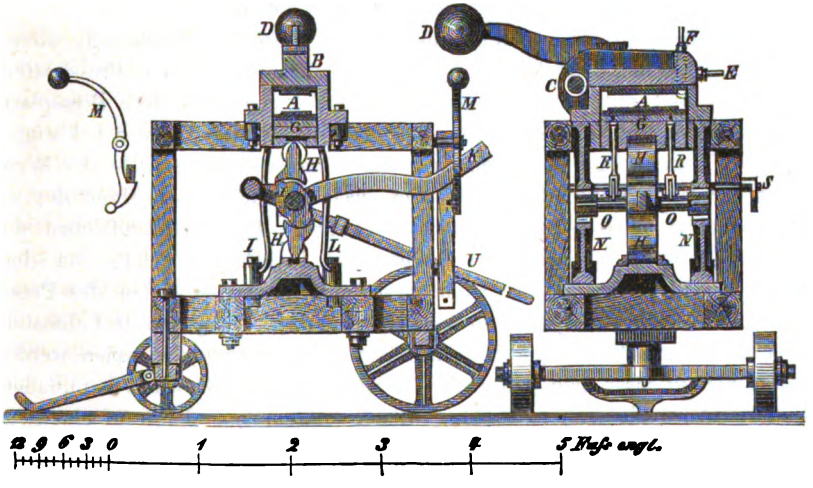
Eine andere Maschine zum Nachpressen von bereits geformten Lehmsteinen stellt Fig. 24 dar; sie ist von dem Amerikaner M. D. Deck kon-

Digitized by Google

struirt und wendet ein kombinirtes Prinzip aus Hebel und excentrischer Scheibe an.

Die ganze Pressvorrichtung ist auf einem kleinen Wagen befestigt, um dieselbe in der Ziegelei an jeden beliebigen Ort bringen zu können. A ist der aus starkem Eisenguss bestehende und mit Messingplatten ausgefütterte Presskasten. B ist der Deckel, in dem Scharnier C beweglich, und zur leichteren Handhabung des Deckels mit einem Gegengewicht D versehen. E ist die Handhabe des Deckels, F das zum Festhalten desselben in geschlossenem Zustand dienende Bügelband mit Handhabe. G ist der zugleich als Pressstempel dienende Boden des Presskastens, welcher aus 3 Theilen besteht, deren oberster das Messingfutter ist, welches an dem mittleren Theile, dem eigentlichen Boden, befestigt ist, unter welchem endlich die dicke Pressplatte liegt, auf welche der Druck ausgeübt wird. HH

Fig. 24.



sind die zur Uebertragung des Drucks dienenden Sektoren von Schmiedeeisen, welche mit ihren Spitzen in Pfannen von gehärtetem Stahl stehen. I ist das den Druck hervorbringende Excenter, ebenfalls aus gehärtetem Stahl bestehend; dasselbe wird durch den Hebelarm K bewegt, welcher am Ende mit einem Querstabe als Griff versehen und durch die beiden Leitschienen L geführt ist. Durch den hebelförmigen Haken M mit Gegengewicht wird der Handhebel in der Lage festgehalten, welche dem niedrigsten Stande der Pressplatte entspricht. N ist das durch kräftige Bolzen von Schmiedeeisen verbundene gusseiserne Gestell, zwischen welchem der ganze Mechanismus angebracht ist, und welcher die ganze beim Arbeiten hervorgebrachte Kraftäusserung in sich aufnimmt. In den Seitenwänden

Digitized by Google

dieses Gestelles ist eine Gleitvorrichtung angebracht, in welcher sich die Drehungswelle O des Excentriks vertikal auf und ab bewegen kann.

Die Wirkungsart der Maschine geht folgendermassen vor sich: Der Hebel K befindet sich in seiner höchsten Stellung; wird er herabgedrückt, so wälzen sich die excentrischen Seiten des Excentriks I auf den Bogen der beiden Sektoren HH ab, wodurch also eine Drehung derselben um ihre Spitzen hervorgebracht wird. Die Spitze des untern Sektors bleibt in ihrer Lage unverändert und pflanzt den auf den Sektor ausgeübten Druck in das Gestell fort. Durch die Drehung des untern Sektors um dessen Spitze hebt sich also das Excentrik I um die Excentrizität der unteren Seiten desselben, und es bewegt sich daher der Gleitbalken O in dem vertikalen Schlitz des Gestelles aufwärts. Durch die gleichzeitig eintretende Drehung des oberen Sektors um seine Spitze wird dieser, sammt der Pressplatte G, gegen welche die Spitze gedrückt wird, um die Excentrizität der oberen Seite des Excentriks gehoben und (da Letzteres sich ebenfalls hebt) um die doppelte Excentrizität aufwärts bewegt.

Um die gepressten Lehmsteine aus der Form herauszuheben, dienen zwei mit RR bezeichnete, in dem eigentlichen Boden des Presskastens befestigte und mit dem nöthigen Spielraum durch die untere Pressplatte gehende Stangen, an deren unteren Enden die auf der Welle S befestigten Hebel TT angreifen. Auf dem seitwärts hinausgeführten Ende der Welle S ist der lange Handhebel U befestigt, welcher zur rechten Hand des am Presshebel stehenden Arbeiters sich befindet. Durch Hinaufziehen des Hebels U, welches nach dem Oeffnen des Presskastendeckels von dem Arbeiter sehr leicht mit der Hand geschieht, wird der Boden des Presskastens ohne die Pressplatte soweit gehoben, dass der gepresste Lehmstein über der oberen Kante des Presskastens frei liegt und abgenommen werden kann; hierauf lässt man den Hebel durch das eigene Gewicht herabfallen, wodurch Alles die frühere Stellung wieder einnimmt, und worauf eine neue Pressung erfolgen kann.

Bei einer Länge des Krafthebels K von 2 Meter wirkt der Druck der Pressplatte auf den gepressten Lehm mit circa 400 Kilogramm; an der Presse sind 3 Personen beschäftigt, die eine reicht zu, die andere nimmt ab und die dritte handhabt die Presse; in 10 Arbeitsstunden werden 1 600 Presssteine erzielt.

Die zu pressenden Lehmsteine sollen lederhart sein, und wird der Presskasten stets sauber ausgewischt und sparsam mit Oel eingestrichen.

Sehr brauchbare Maschinen zum Nachpressen von Backsteinen hat Henry Clayton in London konstruirt, und sind dieselben vielfach in die Praxis übergegangen; eine ganz einfache Maschine dieser Art stellt Fig. 25 dar.

Diese in allen ihren Theilen höchst einfach konstruirte Handziegel-Presse wirkt durch eine glückliche Verbindung von Hebeln und Excen-

Digitized by Google

triken auf den in die Pressform eingelegten Stein. Diese Form besteht aus vier solid verbundenen Platten, zwischen denen sich genau anschliessend die Bodenplatte wie ein Kolben bewegen kann, während der Formdeckel sich abhebt und auflegt durch 2 Stangen, welche mit einem zweischildigen Querstück verbunden sind, das als Lager für die Welle des Handhebels dient und sich mit demselben, sammt den Stangen und dem Deckel, vermöge des Excentriks am Hebel hebt und senkt. Zwischen beiden Schildern des Querstücks läuft ein zweites Excentrik fest mit der Hebelwelle verbunden, das vermittelst seiner Pleuelstangen sowohl die grosse Bewegung des Querhauptes, als auch die von ihr selbst durch weitere Drehung des Hebels hervorgebrachte kleinere auf die Bodenplatte überträgt.

Fig. 25.

Dreht man, von der Stellung in der Figur, den Hebel nach rechts, bis er nahezu senkrecht steht, so gleitet das äussere Excentrik unter die Rolle herab, und senkt sich Hebel und Querhaupt und damit die Bodenplatte sammt dem aufgelegten Stein in die Form herab, und legt sich auch der Deckel auf die Form fest auf. Dreht man weiter, so tritt das innere Excentrik in Wirksamkeit, indem es den Deckel fest aufdrückt, zugleich aber auch die Bodenplatte auftreibt und damit dem Stein die Pressung ertheilt. Dreht man endlich den Hebel zurück, so hebt sich der Deckel ab, und die aufsteigende Bodenplatte stösst den Stein aus der Form hervor, indem sie zu gleicher Zeit den an der Form anklebenden Thon ausstreift und somit die Form selbst stets rein erhält.

Zur Bedienung dieser Handpresse ist ein Mann nothwendig, der mit Hülfe eines Knaben 5000 Stück Backsteine nachzupressen im Stande ist; die Kosten dieser Maschine betragen 400 Mark.

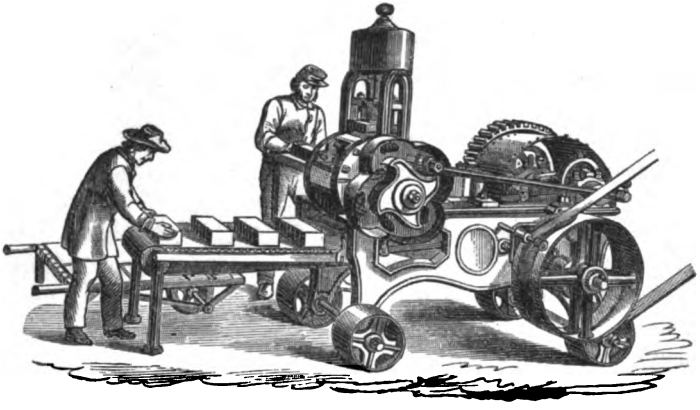
Um ein grösseres Quantum von Backsteinen nachpressen zu können, hat Clayton auch eine Ziegelpresse mit Riemenbetrieb konstruirt, die 10 000 Steine per Tag liefert. Fig. 26 stellt diesen Apparat in Zeichnung dar. 4 Pressformen mit beweglichem Boden liegen hier auf dem Umfange eines Cylinders, und wird jede dieser Formen ruckweise, vermittelst einer Kurbel und Kurbelstange und eines vierzahnigen Sperrrades, an der Ziegeleinführungsöffnung vorüber nach oben gebracht, wo dann der Stein durch einen zwischen vier Stangen geführten Stempel von oben her seine Pressung erhält. Die Bodenplatte der Formen bewegt sich erst dann nach auswärts, wenn nach zweimaligem Fortrücken des Formencylinders die

Digitized by Google

Form nach unten gekommen ist; der nachgepresste Stein wird hierdurch aus der Form herausgeschoben und auf ein Band ohne Ende abgesetzt, das den fertigen Stein einem Arbeiter zum Abnehmen zuführt.

Der Preis der sehr exakt arbeitenden Maschine ist 800—1000 Mark.

Fig. 26.



Eine Maschine, die in England vielfach bei den dort üblichen, provisorisch angelegten Ziegeleien in Anwendung kommt, und die bei wenig Bedienung ein grosses Quantum vollkantiger schöner Steine liefert, wenn ihr der Thon in gehörig präparirtem Zustande zugeführt wird, ist von P. Bawden und Comp. konstruirt und unter dem Namen canadische Ziegelpresse[1]) ziemlich bekannt.

Ueber ihre Wirkung theilt Dr. Seger folgendes mit: „Die Maschine besteht aus einem senkrecht stehenden Thonschneider, der jedoch nicht den Zweck hat, den Thon zu mischen, sondern nur einen gleichmässigen Strang streichrechten Thones aus dem breiten Mundstück herauszutreiben; unter diesem Mundstück befindet sich, getrieben durch ein Excenter, das an der durch den Boden des Mengfasses durchgehenden Axe sich befindet, eine Tischplatte mit abwechselnd vor- und rückgehender Bewegung. Auf diese werden die hölzernen, mit Sand ausgestreuten Formkasten, enthaltend die Formen für 6 Steine, gelegt; dieselben werden bei der vorwärts gehenden Bewegung der Tischplatte durch den Thonstrang geschoben, so dass derselbe die Formen überdeckt, darauf drückt eine Eisenplatte, welche um ein Scharnier eine auf- und abgehende Bewegung erhält, auf den Thonstrang, füllt die 6 Abtheilungen des Formkastens und, wenn dies ge-

[1]) Notizblatt für Ziegler etc. 1872 p. 126 und 1874 p. 234.

Digitized by Google

schehen, schiebt sich ein neuer leerer Kasten unter, der zugleich den gefüllten vor sich herausstösst und, indem er durch einen Schlitz von der Höhe der Form drückt, zugleich den grössten Theil des überschüssigen Thones abschneidet, so dass nur noch nöthig ist, mit einem Streichholz glatt zu ziehen und die Steine gleichzeitig auf den bereit stehenden Wagen und die darauf liegenden Brettchen abzulegen.

Um das vollständige Eindringen und Ausfüllen des Thones in die Formen zu ermöglichen, sind die Böden derselben nicht ganz dicht, sondern haben auf den Langseiten zwei ganz feine Fugen, welche den Austritt der Luft nach unten und somit das Eindringen der Erde von oben gestatten.

Eine solche Maschine liefert mit einem Pferde als bewegende Kraft mit streichrechtem weichen Thon, einem Mann zum Abnehmen, einem zum Aussanden und Einschieben der Formkästen, 2 Zukarrern und 3 Abfahrern, also zusammen 7 Mann ein Quantum von 12—16 000 schön geformter Steine. Die Maschine ist transportabel und wird nur in einer Erdvertiefung auf einen Balkenkranz so aufgestellt, dass ein Umgang für das Pferd möglich wird; selbstverständlich ist auch die Anwendung von Lokomobilen beim Betrieb dieser Maschinen.

Eine grosse Verwandschaft zur sogenannten canadischen Ziegelpresse hat die Ziegelmaschine von Wynn und Mytinger[1]), die von Philadelphia aus nach Deutschland gebracht in manchen Ziegeleien Anwendung findet; der bei dieser Maschine befindliche doppelwandige und innen durchbohrte Eisenblech-Mantel ist im Sommer mit kaltem, im Winter mit warmem Wasser gefüllt, um allseitig in die vorzubereitende rohe Ziegelerde eintreten zu können; auch ist vor dem Mundstücke noch eine Pressform angebracht, die im Momente des Austritts der Form einen regulirbaren Druck auszuüben bestimmt ist.

Eine verbesserte Handziegelpresse von Weise & Monski[2]) in Halle beruht auf dem Prinzip der doppelten Kniehebelkombination, wodurch ein grosser Druck ermöglicht wird; diese Handpresse liefert täglich 3 bis 4000 Stück Steine, so fest, dass man sie sofort in sechs Reihen übereinanderstellen und nach zwei bis drei Tagen brennen kann.

---

[1]) Dr. Seger's Notizblatt 1874. S. 252.

[2]) Haarmanns Zeitschr. 1872. p. 40.

Digitized by Google

II. Maschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus nasser Ziegelerde.

Cazenave's Ziegelmaschine verarbeitet die Ziegelerde in einem solchen Zustande, dass die erzielten Steine den durch Hand erzeugten im Gewichte fast gleich kommen; sie arbeitet mit sehr geringem Druck und ist im wesentlichen eine sehr einfache Walzenpresse.

Ein vertikaler Thonschneider bereitet den Thon vor, der direkt am unteren Ende auf einen geneigt stehenden Walzentisch austritt und dabei nach einem System von zwei übereinanderstehenden, mit Leder bespannten Tambours geleitet wird. Durch Stellung des oberen, in seinen Lagern verschiebbaren Tambours kann die beabsichtigte Ziegeldicke regulirt werden. Zwei Drähte theilen den austretenden Thonstrang in Streifen von je einer Ziegelbreite, welche durch Einsatzstücke zwischen den Tambours seitlich begränzt und damit ebenfalls auf die gewünschten Dimensionen eingestellt werden können. Die nun getrennten zwei Streifen gelangen auf einem mittelst Kettenbetrieb bewegten Walzentisch zum selbstthätigen Abschneideapparat, der automatisch die genaue Theilung derselben nach der Ziegellänge vermittelst kleiner Brettchen mit vertikal stehenden Blechstreifen bewirkt, welche, unter den Thonstrang eingeschoben, durch Reibung mitgenommen werden und pressend und führend auf die Stahldrähte eines Schneidehaspels wirken, die bei ihrer damit erzielten Rotation einen schwachen aber allmäligen Schnitt hervorbringen. Die Maschine bedarf 14 der erwähnten Brettchen, jeder Schnitt liefert 2, jede Minute 18—20 Steine, so dass die stündliche Produktion auf circa 1000 Stück veranschlagt werden kann. Zu ihrer Bedienung sind zwei Männer und ein Knabe erforderlich; 4—5 Pferdekräfte genügen für den Betrieb; der Preis dieser Maschine ist auf 5200 Mark gestellt.

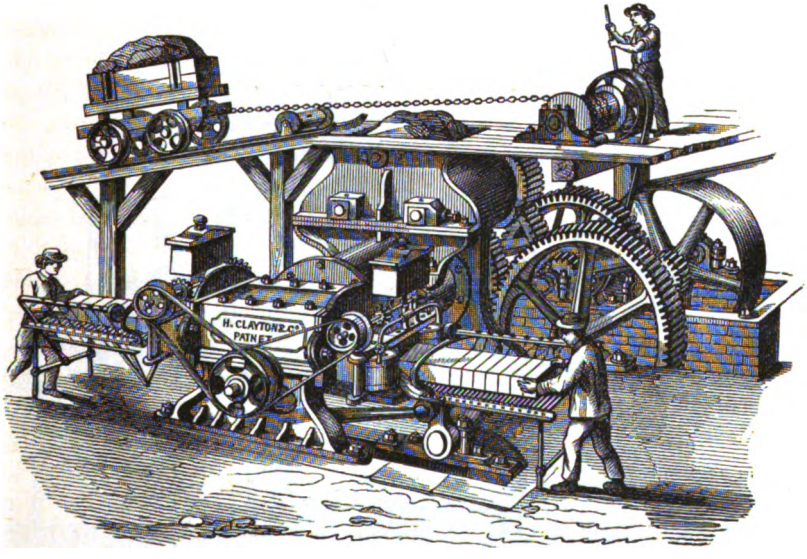
Ein Nachtheil, der bei dieser Maschine ins Auge zu fassen ist, liegt in der Unmöglichkeit, mit derselben Hohlsteine zu erzeugen, und selbst die Vollziegel sind, wegen der Weichheit des hier verwendeten Thons, im Verlauf der weiteren damit vorzunehmenden Manipulationen schwer behandelbar und leicht in ihren Formen beeinträchtigt; ferner ist das Einschieben und Wegnehmen der Brettchen eine Arbeit, die mit grosser Vorsicht und Schnelligkeit geschehen muss. Cazenave's Maschine möchte bald nur mehr eine geschichtliche Bedeutung zu beanspruchen haben und nur deshalb hat sie hier ein Plätzchen der Besprechung gefunden.

Eine genaue Abbildung und Beschreibung dieser Maschine hat Armengaud in der Publication industrielle Tom. 14 pag. 479 gegeben, worauf hiermit verwiesen wird.

Digitized by Google

Zu den vorzüglichsten Maschinen, die mit nasser Ziegelerde arbeiten, rechnet man die von Henry Clayton in London; diese Fabrik liefert Maschinen in sehr verschiedener Grösse, mit einem Betrieb von wöchentlich 90 000 bis 150 000 geformten Vollsteinen; Figur 27 stellt die Maschine Nr. BB mit einer wöchentlichen Produktion von 90 000 Lehmsteinen in perspektivischer Ansicht dar; die Figuren 27a, 27b und 27c geben Durchschnitte, und sind die wesentlichsten Konstruktionstheile mit gleichen Buchstaben bezeichnet. Die Maschine ist eine Kombination von Thonwalzmühle mit Knetmaschine, Formpresse und den dazu gehörenden Abschneideapparaten. A ist das gusseiserne Gehäuse, welches die Walzen B zur ersten Vorbereitung des Lehms umschliesst, während das ebenfalls rotirende Armsystem C zur Vertheilung und Einführung des oben in den Rumpf eingeschütteten Thones dient. Der sogenannte Thonkneter oder Schneider, Präparirapparat D besteht hier aus einer mit 16 Armen versehenen Horizontalwelle E, die per Minute 12—13 Umläufe macht, wobei bemerkt

Fig. 27.



wird, dass dieser Thonkneter nicht, wie bei den meisten anderen Maschinen dieser Art, direkt als Ziegelpresse, sondern nur als Transporteur des bearbeiteten Thones nach dem viereckigen Presskasten S benutzt wird.

In dem Kasten bewegt sich der ebenfalls viereckige Presskolben hin und her, und zwar mittelst der Kurbel w und der Lenkstange v (Fig. 27c), welche letztere durch ein geeignetes Zwischenstück mit dem Kolben S

Digitized by Google

(Fig. 27 b) in Verbindung gebracht ist. Grosses Gewicht ist auf die Anordnung der vertikal um die Axen laufenden, mit Musselin überzogenen Walzen zu legen (rr), wodurch die Seitenreibung des Thonstranges auf ein Minimum zurückgeführt wird, und deren Umdrehung durch eine besondere Riemscheibe und Kegelradtransmission von zwei Stirnräderpaaren zu

Fig. 27 a.

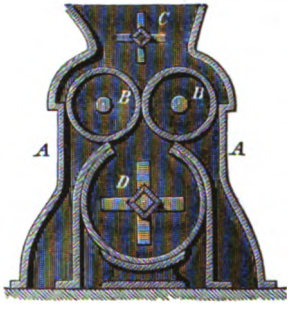


Fig. 27 b.

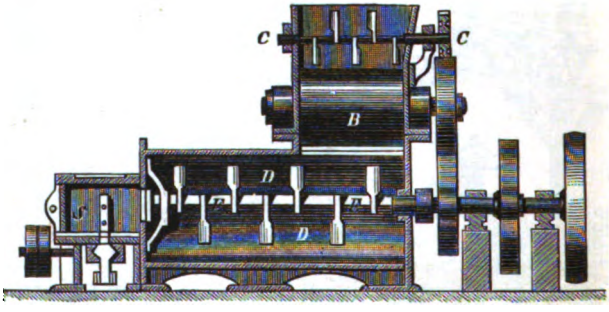
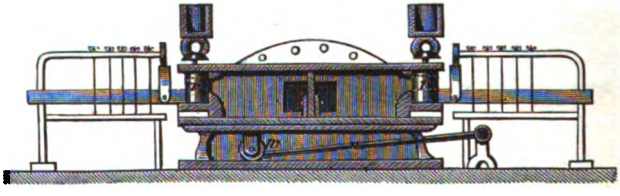


Fig. 27 c.



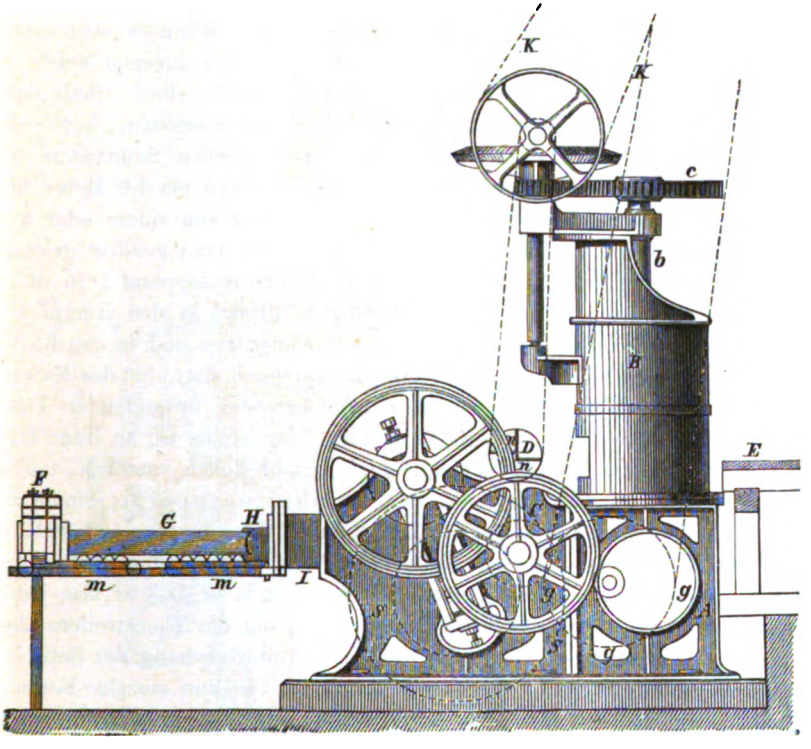
Stande gebracht wird. Durch über den Mundstücken an jeder Seite der Presse aufgesetzte Wasserkästen werden die Walzen r durch Tropfröhren feucht gehalten. Der zu beiden Seiten angeordnete Schneideapparat zerschneidet das eine je nach einer Seite hin ausgepresste Thonprisma zu Lehmsteinen, während in derselben Zeit auf der anderen Seite das Thon-

Digitized by Google

prisma herausgedrückt wird. Zum Betriebe dieser Maschine ist eine Kraft von 6 Pferden nothwendig. Noch zu bemerken ist die sehr einfache Mechanik, wodurch die Maschine selbst das Rohmaterial sich zuführt. Der Preis der beschriebenen Maschine beläuft sich auf 4200 Mark.

Fig. 28, die Ziegelmaschine aus der Fabrik von Gebrüder Sachsenberger in Roslau, ist nach dem Grundprinzip der Ainslin'schen Röhrenpresse gebaut und besteht aus einem senkrecht stehenden Thonschneider und der Walzenpresse. — Auf einem durch Bolzen solide verbundenen eisernen Fussgestelle A erhebt sich das cylindrische Thonschneidergefäss B, in

Fig. 28.



welchem sich eine schmiedeeiserne, mit eben solchen Messern armirte Welle b dreht, welche mittelst zweier Rädervorgelege durch einen auf der Riemscheibe K laufenden Riemen ihre Bewegung erhält. Vor der Mündung des Thonschneiders liegt ein durch einen Riemen bewegter kleiner Apparat D, welcher die Zerkleinerung der austretenden Thonmasse zum Zweck hat und aus zwei Armen mit zwei schräg eingespannten starken

Digitized by Google

Drähten besteht. Mit dem Gestelle A ist das Gestell S unwandelbar verbunden, welches die Presswalzen aufnimmt, die mit ihren starken schmiedeeisernen Axen in Lagern ruhen, welche sich in dem oben und unten geschlitzt gestalteten Gestelle durch Gestellschrauben verschieben lassen, und von denen jede für sich mittelst zweier Rädervorgelege durch einen auf die Riemscheibe g wirkenden Riemen getrieben wird. Das Gestell S setzt sich in einem starken gusseisernen Kasten I fort, vor welchem das dem gewünschten Fabrikat entsprechend geformte Mundstück H befestigt ist; hier, unmittelbar sich anschliessend, befindet sich vor demselben ein mit Rollen versehener Tisch m, auf welchem sich der gewöhnliche Abschneideapparat F leicht hin- und zurückrollen lässt. Das Rohmaterial wird je nach seiner natürlichen Beschaffenheit entweder erdfeucht verwendet, oder nur leicht angesprengt oder sorgfältiger gesumpft. Wenn es sehr steinig oder mit harten Stücken vermengt sein sollte, muss es dagegen durch ein besonders aufzustellendes Walzwerk vorgewalzt werden und erhält dabei den durch die Erfahrung festzustellenden Grad der Konsistenz, sowie den auf dieselbe Weise zu ermittelnden etwa erforderlichen Sandzusatz und wird dann auf das sich hinter dem Thonschneider 0,75 bis 1,0 Meter über dem Terrain erhebende Podium E geschafft; von hier von einem oder zwei Arbeitern in den Thonschneider geworfen, tritt es dann gehörig geknetet aus der Mündung heraus, um durch den Zerkleinerungsapparat D in dünne Streifen zerschnitten zu werden, dann fällt es direkt in den Rumpf und auf die Walzen, von denen es sofort erfasst, eingezogen und in den Kasten I getrieben wird; hier findet eine starke Kompression statt, bis das Material durch das Mundstück H als ein zusammenhängender fortlaufender Thonstreifen, vom Querschnitt des zu formenden Ziegelsteins G, zu Tage tritt. Dieser Thonstreifen bewegt sich auf einer Anzahl Rollen vorwärts, um zu dem eigenthümlich konstruirten Abschneideapparat, einem auf dem Gestell m frei sich bewegenden Wagen F, zu gelangen, auf welchen sich der Thonstreifen bei einer allmäligen Vorwärtsbewegung auflegt und ihn bei seiner leichten Beweglichkeit mit fortnimmt, so dass er also jederzeit an der schnelleren oder langsameren Bewegung des Thonstreifens theil nimmt; eine wesentliche Bedingung, um ohne Unterbrechung des Betriebes stets winkelrechte Abschnitte zu erhalten. Um nun einzelne Formensteine zu erhalten, wird zuerst durch einen, am Wagen oben und unten sich befindenden Rahmen mit einem dünnen, straff gespannten Stahldraht ein Stück abgeschnitten, welches die Gesammtdicke von 3 Ziegelsteinen zur Länge hat und auf einen zweiten sich horizontal schiebenden Rahmen zu liegen kommt; dann wird das Stück durch zwei am Wagen befestigte, genau parallel eingespannte Stahldrähte schnell durchschnitten und hierdurch das Zertrennen des Thonstücks in drei gleiche Theile bewirkt, die dann zum Trocknen abgeführt werden können. Der Wagen wird hierauf wieder gegen den inzwischen sich stetig forbewegt habenden Thonstreifen

Digitized by Google

zurückgeschoben, und es erfolgt auf die eben beschriebene Weise ein neuer Abschnitt etc.

Durch diese Methode des Abschneidens erfolgt kein Abfall, was bei anderen Schneidevorrichtungen nur zu häufig der Fall ist.

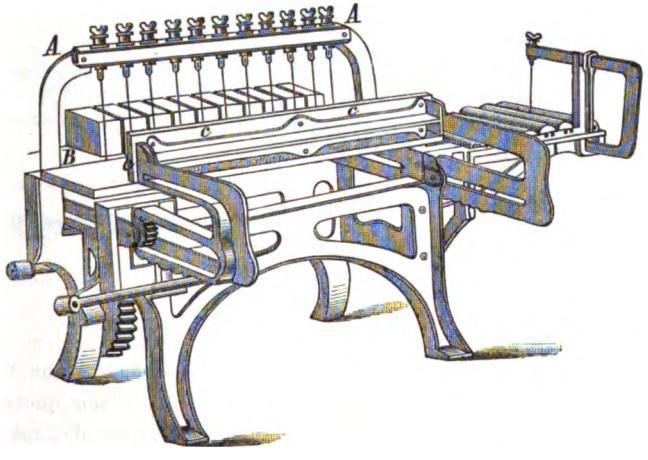
Die Leistungsfähigkeit dieser Maschine stellt sich auf 8000 Stück Lehmsteine per Tag.

Zum Betriebe sind erforderlich eine Dampfmaschine von 6—8 Pferdekräften. Die Bedienung besteht aus einem Maschinisten, aus einem bis zwei Mann, welche die Maschine mit Ziegelerde beschicken, und zwei Knaben, die das Abschneiden der Steine besorgen; ausserdem die Leute zum Beikarren des Rohmaterials für den Thonschneider und die zum Abfahren und Aufsetzen der fertigen Waaren.

Die Kosten des vorstehenden Apparates belaufen sich circa auf 3400 Mark.

Eine verwandte Ziegelmaschine ist von Murray konstruirt und besteht im wesentlichen gleich der eben beschriebenen aus einem Thonschneider, der die vorbereitete Ziegelerde einem vertikal übereinander liegenden Quetschwalzenpaar zuführt; mit dem Walzwerk in Verbindung steht

Fig. 29.

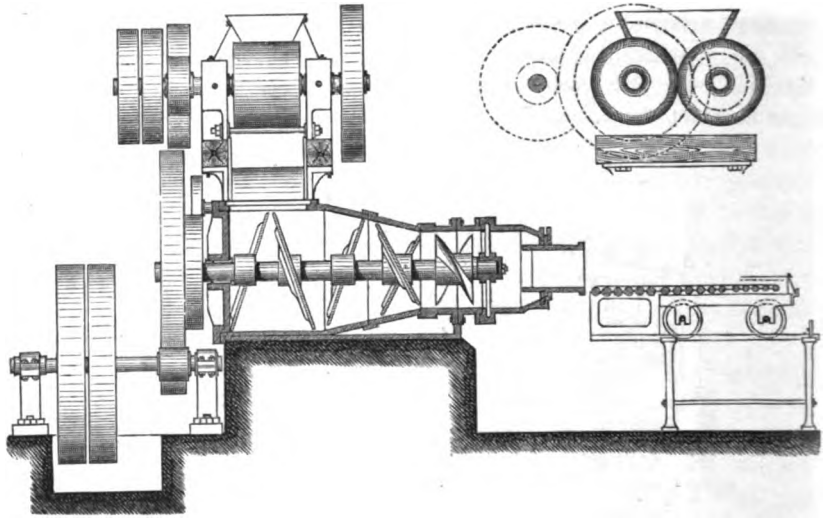


unmittelbar die aus Messing gefertigte Pressform, deren Seitenwände mit einer nach innen durchlöcherten und auf der Innenseite mit englisch Leder überzogenen Wasserkanne in Verbindung stehen und hierdurch einen Thonstrang mit durchaus glatten Flächen ermöglichen. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient an dieser Maschine der eigens konstruirte Abscheideapparat, bei welchem der Thonstrang durch die feststehenden

Digitized by Google

Drähte hindurch gedrückt wird und so besser geformte Steine erzielt werden. Fig. 29 stellt den Abscheidetisch der Murray'schen Maschine dar. Das aus der Pressform heraustretende Prisma wird in der ungefähren Länge von 9 bis 10 Steinen durch einen Schneidebügel abgeschnitten und auf die Tischplatte B so geschoben, dass es seiner ganzen Länge nach an dem vertikal stehenden Brette c anliegt. Auf einem besonderen Rahmen AA des Abscheidetisches befinden sich die 10—12 vertikal starkgespannten Abscheidedrähte, deren Entfernung der Dicke der Ziegel zu entsprechen hat. Das Brett c schiebt dann mittelst Handhebel, Zahnsegment und Zahnstange, das geformte Prisma durch die Drähte hindurch; die nun geformten Steine gelangen dann auf ein Brett, um gemeinsam auf den Trockenplatz gebracht zu werden.

Fig. 30.



Die Hertel'sche Ziegelmaschine ist eine Kombination von Walzwerk mit liegendem Thonschneider der Art, dass jenes den Thon quetscht, ehe dieser ihn aufnimmt. Die Aufgabe des Walzwerks ist es, die rohe Ziegelerde mit ihren allenfallsigen Beimengungen zu zermalmen; es ist so eingerichtet, dass je nach der Beschaffenheit des Rohmaterials den Walzen gleiche oder ungleiche Geschwindigkeit gegeben werden kann; die eine der Walzen stösst gegen Gummibuffer, welche während des Ganges beliebig gespannt werden, und die es auch verhindern, dass durch harte Steine, welche zwischen die Walzen gerathen, eine Zertrümmerung des Walzwerkes eintreten kann.

Die in Fig. 30 dargestellte Maschine besitzt ein einfaches glattes Walz-

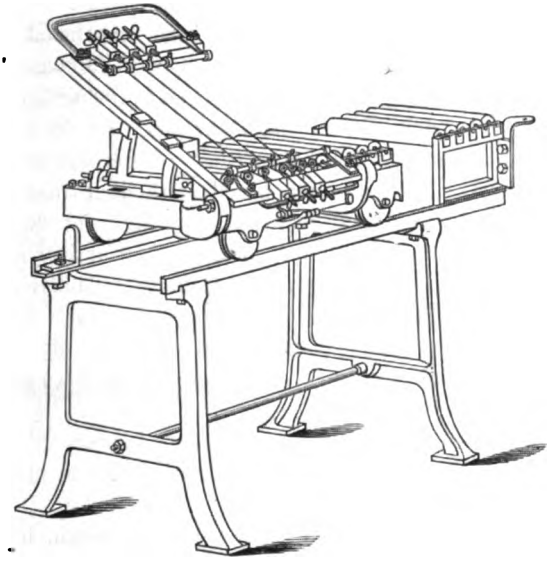
Digitized by Google

werk, das, direkt über dem Thonscheider angebracht, in denselben die aus der Grube genommene Ziegelerde abgiebt.

Der Thonschneider ist so kräftig konstruirt, dass selbst bei Anwendung eines sehr steifen Rohmaterials durch die Pressung ein Bruch unmöglich erscheint; jedoch empfiehlt es sich, die Masse so zu verarbeiten, dass die frisch gepressten Steine, ohne sich zu zerdrücken, fünffach übereinander gestellt werden können.

Er besteht aus einem liegenden Cylinder mit sehr starker Messerwelle, die auf ihr sitzenden Messer haben die Ziegelerde zu zerschroten, untereinander zu mischen und zu einer homogenen Masse umzugestalten. Zugleich wird die Masse vorwärts geschoben und durch die Form herausgedrückt, wozu die am Ende der Messerwelle angebrachte Schraube die besten Dienste leistet. Die Hertel'che Maschine erfüllt diese Aufgabe in allervollkommenster Weise.

Fig. 31.



Das Formen geschieht durch das Mundstück und wird der kontinuirlich herausgepresste Strang durch den Abschneideapparat in einzelne Ziegel getheilt; das Mundstück ist mit und ohne Bewässerung je nach Bedürfniss eingerichtet.

Je nach der Form des Mundstücks und des dadurch erhaltenen Stranges ist die Methode des Zerschneidens eine zweifache und unterscheidet sich in Transversal- und Longitudinalschnitt.

Der Abscheideapparat besteht nach Fig. 31 aus einem festen Unter-

Digitized by Google

gestell und einem beweglichen Wagen, welcher die eigentliche Schneidevorrichtung trägt und auf dem Untergestell — der Rollbahn — hin und her bewegt werden kann. Am Ende des beweglichen Wagens ist eine sich selbstthätig öffnende und sich schliessende Klappe angebracht, gegen welche der auf Rollen laufende Strang stösst und so den Wagen mitnimmt; auf diese Weise werden die genau rechtwinklig zum Thonstrange stehenden Schneidedrähte beim Durchdrücken derselben durch den Strang genau rechtwinklige Ziegel aus demselben herausschneiden. Sobald der Schnitt erfolgt ist, öffnet sich die bereits erwähnte Klappe wieder und zwar so, dass sie unterhalb der Rollen des Abschneideapparates zu liegen kommt, welcher dadurch für das bequeme Abnehmen der geformten Steine frei wird. Sind diese vom Apparat abgenommen, so schliesst sich die Klappe wieder von selbst, während ein Arbeiter den Rahmen mit den Schneidedrähten hebt, um von neuem den Apparat in Thätigkeit zu setzen. Dieser neue Abscheideapparat hat sich bis jetzt vorzüglich bewährt und liefert hauptsächlich quergeschnittene Steine mit glatten Kopf und Läuferseiten, wenn der Thonstrang der Grösse einer sogenannten Rollschicht entspricht; solche Steine lassen sich unmittelbar zu Rohbauten verwenden.

Der bei der Hertel'schen Maschine auch angebrachte Langschneideapparat arbeitet in der Weise, dass der aus dem Mundstück hervortretende Thonstrang sofort der Länge nach durch mehrere Stahldrähte durchschnitten wird. Der 4, 5 auch 6 mal zertheilte Strang läuft ebenfalls auf Rollen und bewegt den auf festem Untergestell rollenden Wagen mit einem Schneiderahmen vorwärts; zieht man den in richtiger Länge von der Klappe am Scheiderahmen eingespannten Stahldraht dann quer durch den der Länge nach getheilten Thonstrang, so ergiebt ein solcher Schnitt 4, 5 auch 6 Ziegel. Die Klappe wird hierauf geöffnet, die fertigen Steine werden vom Apparate abgenommen, die Klappe geschlossen und der Wagen wieder zurückgeschoben.

Die so erhaltenen Steine haben zwar glatte Läuferseiten, während die Köpfe rauhe Schnittflächen besitzen und können daher nicht wohl zum Ziegelrohbau verwendet werden.

Bei der Längenschnittmethode ist es wünschenswerth, besonders dann, wenn ohne Wassermundstück gearbeitet wird, vom Thonstrange von jeder Seite etwa ein Stück von nahezu 15 mm. Stärke abzuschneiden; auf diese Weise erhält man 2 Abfallschwarten, die in den Thonschneider zurückgeworfen werden. Hierdurch wird ein allenfallsiges Rissigwerden der Thonstrang-Kanten unschädlich gemacht.

Der Kraftverbrauch dieser Ziegelmaschine hängt von der mehr oder weniger grossen Steifigkeit, mit der man die Ziegelerde verarbeitet, ab; die Verarbeitung von weichem Material, die nach Ansicht sehr vieler Ziegelfabrikanten sehr empfehlenswerth ist, hat den Vortheil des geringern Kraftverbrauchs und der geringern Abnutzung der Maschine.

Digitized by Google

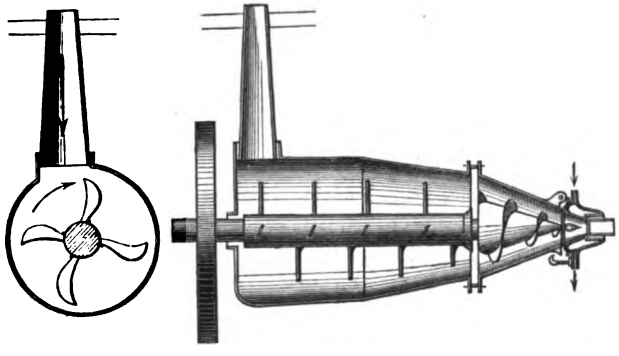
Für die Hertel'sche Ziegelpresse liefert die Fabrik eine Dampfmaschine mit Präcisionssteuerung nach dem Patent von C. Cario, welche selbstthätig mit variabler Expansion arbeitet und genau nur soviel Kraft verbraucht, als gerade die betreffende Funktion der Maschine es benöthigt; ihre Leistungsfähigkeit beträgt bei 6 — 10 Pferdekräften beinahe 8000 bis 30 000 Steine in 10 Arbeitsstunden, je nach der Grösse der Maschine, nach Beschaffenheit des Materials und je nach dem bei der Verarbeitung gewählten Feuchtigkeitsgrade der verwendeten rohen Ziegelerde.

Soll die Hertel'sche Maschine ein mehr verhärtetes steiniges Material verarbeiten, so wird wohl ein doppeltes Walzwerk aufgestellt, bei dem dann das obere ein Brechwalzwerk, das untere ein glattes sein kann; unter Umständen gelangt das durch die Walzwerke vorbereitete Rohmaterial vor dem Formen noch in einen eigens angelegten Sumpf oder in einen Misch- und Anfeuchtungs-Apparat.

Der Preis einer solchen Maschine beträgt 4000 Mark.

Von neuen Maschinen steht die von den Gebrüdern Chambers in Philadelphia erbaute der Hertel'schen Maschine ziemlich nahe, leider lässt die Beschreibung und Abbildung[1]), namentlich über den selbstthätigen und sich selbst regulirenden Schneideapparat, viel zu wünschen übrig.

Fig. 32.



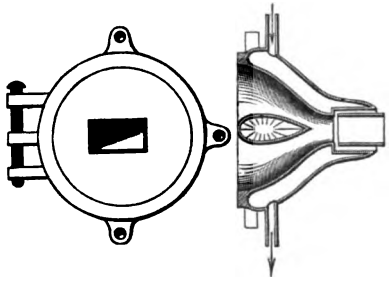
Die Maschine verarbeitet ihr Rohmaterial frisch der Grube entnommen und wird ihr dasselbe durch ein Rohr von oben zugeführt. Während der Thonschneider nichts Neues bietet, ist die in Fig. 32 ersichtliche Anordnung der Schnecke beachtenswerth und unseres Wissens auch neu; das diese Schnecke umgebende Gehäuse ist im Innern stark gefurcht, damit die Ziegelerde sich nicht mit der Schnecke drehe. Der Thonstrang entspricht in seinem Querschnitte dem eines Ziegelsteins und wird dem-

[1]) Polytechnic Review 1876. Band 2. S. 6.

Digitized by Google

gemäss jeder Stein in je einer Länge vom Strange abgeschnitten. Beachtenswerth ist auch die Einrichtung des Mundstückes, welche darauf berechnet ist, recht dichte und scharfe Ecken zu bilden. Zu diesem Behufe sind in dem weiteren, nach der Schnecke gelegenen Theile des Mundstücks die Ecken ganz bedeutend erweitert und liegt ausserdem ein entsprechend geformter Kern oder Keil in der Mitte des Mundstücks, wodurch es der Masse leicht gemacht wird, die ausgeweiteten Ecken des Kastens bequem auszufüllen. Fig. 33 stellt das mit Wasserschmierung versehene Mundstück im Durchschnitt und in der Vorderansicht dar; die Ausweitung der Ecken nimmt bis zur Austrittsöffnung nach und nach ab und verschwindet schliesslich vollständig; durch diese Anordnung konnte erreicht werden, dass jeder Stein, besonders in seinen Kanten, ungemein fest werden muss. Die neuerdachte Abschneidevorrichtung besteht aus einer stählernen Klinge, welche hochkantig und in einer Spirallinie auf einer Trommel sitzt. Die Gänge der Schraubenlinie sind um die Steinlänge unter einander entfernt, in folge einer sinnreichen Vorrichtung regulirt der austretende Thonstrang selbstthätig die Umdrehungsgeschwindigkeit der schneidenden Spirale. Hierdurch muss der Schnitt genau rechtwinklig werden, er wird aber auch glatt sein, da das Spiralmesser ziehend schneidet. Das Messer wird durch eine Feder stets genügend fest in den Thonstrang hineingedrückt; indessen gestattet diese Feder dem Spiralmesser ein Zurückweichen, sobald es mit einem harten Körper innerhalb der Ziegelerde in Berührung kommen sollte; ist der feste Körper vorübergegangen, so dringt das Messer ohne weiteres wieder in den Thonstrang ein. Wie jedoch der letztere an die Schnittstelle gelangt, ist der Mittheilung nicht zu entnehmen.

Fig. 33.



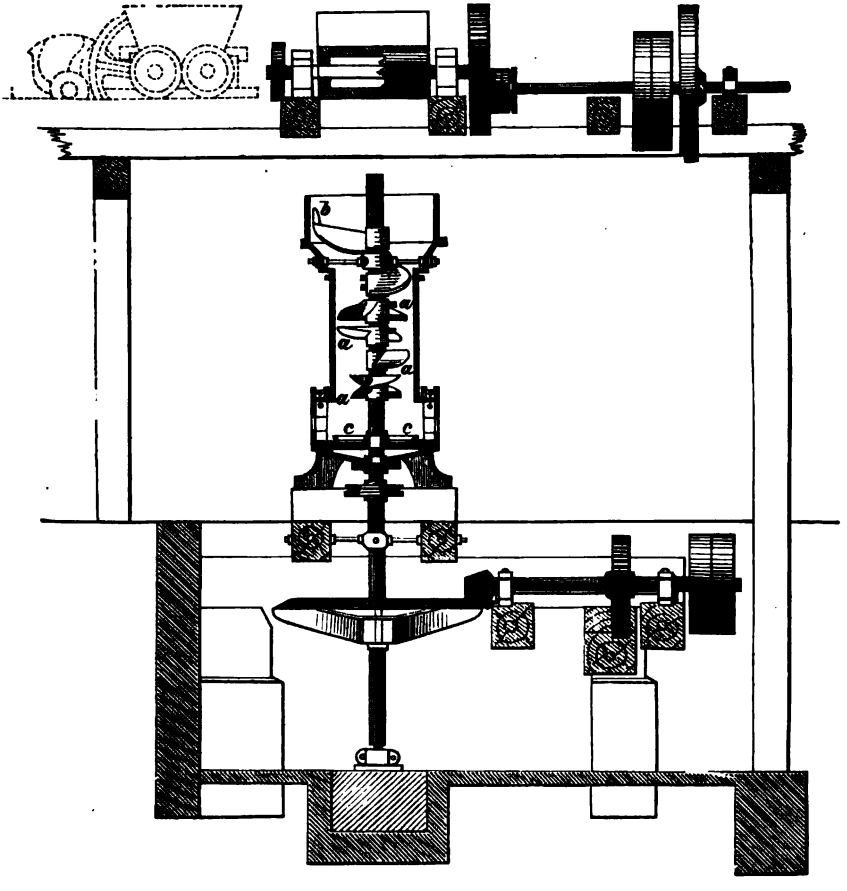
Von dem Abschneidetische gelangen die einzelnen Steine auf einen endlosen Gurt, welcher sie durch eine Staub- oder Sandkammer hindurchführt, in die mittelst eines Luftstromes eine ununterbrochene Wolke von Staub oder feinem Sand getrieben wird.

Digitized by Google

Der Presskasten ist mit einer Sicherheitsklappe versehen, welche sich öffnet, sobald ein grösserer Stein das Mundstück verstopfen sollte.

Die Leistungsfähigkeit der Maschine wird für den 10stündigen Arbeitstag auf 25 000 bis 30 000 Stück angegeben.

Fig. 34.



In der Schlickeysen'schen Patentziegelmaschine (Fig. 34) wird der Thonschneider selbst als Ziegelpresse benutzt; es sind jedoch in demselben drittelkreisförmige Messer a, a angewendet, welche schraubenförmig zur Welle sitzen, dabei deckt, im Grundriss gesehen, stets das obere Messer das nächstfolgende untere um nahezu die Hälfte seiner Fläche; ausserdem

Digitized by Google

ist am oberen Messer ein vertikal stehender Schaber b angebracht, der den Thon von der Cylinderwandung des Thonschneiders ablöst. Dicht über dem festen Boden des Cylinders ist ein mit aufsteigendem Rande versehener Boden c angebracht, welcher, an der Welle befestigt, sich mit dieser dreht.

Der Schaber bewirkt, dass der aufgegebene Thon sich nicht oben im Cylinder festsetzen kann, sondern vielmehr der Wirksamkeit der Schneckenmesser überliefert wird, welche in folge ihrer Stellung den Thon abwärts drücken. Da das nächste Messer die Thonmasse schon immer eher erfasst, als das vorhergehende Messer dieselbe durchschnitten hat, so wird der Schnitt des nächsten Messers nie denselben Gang durch die Thonmasse nehmen, wie das erstere, und da dies bei allen Messern der Fall ist, so gelangt der Thon auf das Beste zerschnitten, gemengt und durchgearbeitet unten an. Durch die Umdrehung des beweglichen Bodens und in folge des Drucks, den die Thonmasse auf diesen ausübt, wird sowohl der Thon, welcher an der, der Mündung entgegengesetzten Seite herunter gelangt ist (von unten), als der an der Mündungsseite herabkommende Thon (von oben) aus der Mündung herausgepresst. Hierdurch entsteht ein Thonband, dessen Querschnitt, wie dies bei allen anderen Maschinen auch der Fall ist, durch verschieden geformte Schablonen verändert werden kann. Für hohle und rundliche Querschnittsformen hat die Anbringung solcher Schablonen keine besondere Schwierigkeit; dagegen muss bei vollen Thonbändern dafür gesorgt werden, dass das Ein- und Zerreissen des Bandes, welches eine Folge der verschiedenen Ausflussgeschwindigkeiten (im Innern der Masse schneller, am Rande der Reibung wegen langsamer) ist, aufgehoben wird. Dies geschieht dadurch, dass man der betreffenden Schablone die Gestalt einer sich allmälig verengenden längeren Röhre giebt, oder dadurch, dass man die Formränder durch bewegliche Walzen bildet (wie bei der Clayton'schen Maschine), wodurch die Reibung an den Rändern vermindert wird, oder endlich, indem man die Ausflusswandungen nach innen zu abrundet und dieselben zugleich recht glatt hält.

Die Schlickeysen'sche Fabrik liefert als kleinste ihrer Maschinen eine mit täglicher Leistung von 1000 Stück Ziegel und mit Betrieb von einer Pferdekraft zum Preise von 420 Mark. Die grösste ihrer Maschinen liefert 10—15 000 gepresste Lehmsteine pro Tag bei 4 Pferdekräften und kostet 3000 Mark (excl. Walzwerk).

Eine sehr solid gearbeitete Maschine, welche die Ziegelerde in ziemlich steifem Zustande verarbeitet, ist von Gebrüder Schmerber konstruirt; der Hauptsache nach besteht sie aus einem vertikal stehenden Thonscheider, dessen Welle im Gegensatze zu Schlickeysen von oben angetrieben wird; die schaufelartig an dieser Welle vertheilt stehenden Messer bilden im untern Theile eine zweimal gewundene Schraube, welche die vorbereitete Ziegelerde aus einem mit Wasserschmierung versehenen Formkasten konti-

Digitized by Google

nuirlich herauspresst. Der herausgepresste Strang wird durch drei Stahldrähte, die schräg vor den Formkasten eingespannt sind, in vier Streifen von der Dicke der Steine geschnitten und gelangt auf Gypsplatten, die sich auf Röllchen bewegen, zu einem fahrbaren Transversal-Schneidegatter, um hier der Länge nach zertheilt zu werden.

Diese Maschine liefert nahezu 1000 Ziegel in der Arbeitsstunde und erfordert je nach der rohen Beschaffenheit der Ziegelerde 8—10 Pferdekräfte[1]).

In neuester Zeit liefert die Fabrik auch Maschinen mit liegendem Cylinder, so dass das Thonprisma in der Richtung der Axe herausgeschoben wird, nicht, wie dies bisher geschah, in einem zu derselben gebrochenen rechten Winkel; diese Anordnung haben auch die Ziegelpressen der Jordan'schen Maschinenfabrik in Darmstadt, ein höchst empfehlenswerthes Etablissement, das alle in das Ziegeleifach gehörenden Apparate und Maschinen auf das Solideste konstruirt und ausführt; in gleichem Sinne ist die Maschinenfabrik von Röhrig und König in Sudenburg-Magdeburg zu erwähnen.

III. Maschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus trockner Ziegelerde.

Bei der eben besprochenen Methode, Lehmsteine aus nasser Ziegelerde herzustellen, ist es augenfällig, dass ein sehr grosser Aufwand von Kraft und Zeit dazu verwendet werden muss, nicht allein die rohe Lehmerde zum Formen vorzubereiten, sondern auch die nachher nass geformten Steine wieder zu trocknen. Alle Schneideapparate und das Fortführen der nassgeformten Steine auf Walzen bringen stets Kalamitäten mit sich, die immer noch nicht vollständig beseitigt werden konnten; aus diesen Gründen machte sich die Idee geltend, das Rohmaterial gleich trocken zu verarbeiten und dasselbe in Formen zu pressen; hierdurch erhält man Ziegel von vollständig scharfkantigem Ansehen, das oft lange dauernde Trocknen an der Luft fällt fort, und der Betrieb wird vollständig unabhängig von Witterung und Jahreszeit.

Zu den vorzüglichsten Maschinen, welche nach diesem Prinzip konstruirt sind, gehört die Ziegelpressmaschine von Bradley und Craven in Wakefield. (Figur 35 und 35a.)

[1]) Eine sehr korrekte Darstellung und Beschreibung dieser Ziegelmaschine befindet sich in der Publication industrielle von Armengaud aîné Vol. 19 Pl. 4.

Digitized by Google

Diese Maschine verwendet zur Herstellung ihrer Ziegelsteine oder Dachplatten vollständig pulverisirten Thon; um die Schwierigkeiten zu beseitigen, welche aus der Gegenwart der Luft erwachsen, die sich unter dem zu pressenden Material befindet, wird das Thonpulver nacheinander

Fig. 35.

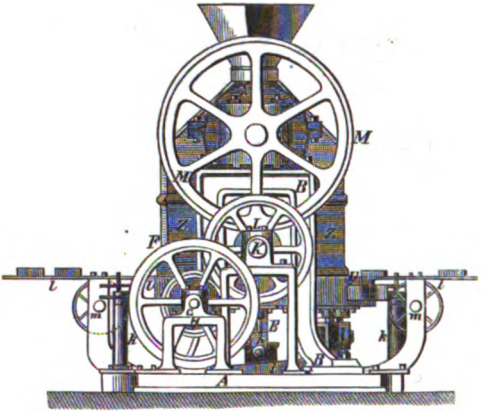
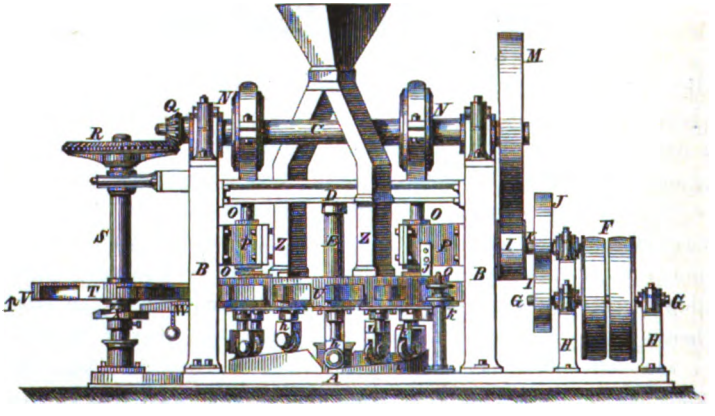


Fig. 35a.



einem dreifachen Druck mit drei verschiedenen Kolben ausgesetzt. Der Thon wird auf einen Drehtisch aufgegeben, und befinden sich in demselben die Formen für die zu pressenden Backsteine, die weit tiefer sind, als das Arbeitsstück werden soll, damit einestheils die grosse Masse des noch nicht zusammengedrückten Materials und anderntheils der Presskolben

Digitized by Google

Platz in denselben finden. Der erste Druck wird mit einem Kolben gegeben, der den beweglichen Boden der Form bildet und längs einer festen, schiefen Ebene sich bewegt; in folge hiervon wird der Kolben gehoben und drückt den Thon gegen einen Deckel an, welcher oben am Tisch sich befindet. Mit dem Zusammendrücken des Thons, das hierbei vor sich geht, ist zugleich ein Austreiben eines Theils der Luft verbunden. Der nächste Druck geschieht mit Hülfe eines Kolbens, der von oben nach unten wirkt und durch eine darüber liegende Kurbel oder ein Excentrik in Bewegung gesetzt wird. Für den dritten und letzten Druck endlich dient ein Kolben, der genau dem ersten gleich ist und an dem entgegengesetzten Ende des Tisches sich befindet. Der gepresste Stein ist nun fertig und wird durch einen weiteren Mechanismus aus der Maschine entfernt. Gestattet es die Qualität des Materials, die Ziegel mit nur zweifachem Druck anzufertigen, so kann die Produktion verdoppelt werden, wie später erläutert werden wird.

Der Drehtisch erhält seine Bewegung durch ein paar Arme, die einander gegenüber an einer horizontalen Scheibe befestigt sind; die letztere sitzt an einer stehenden Welle, die von dem Excentrik oder Hauptwelle getrieben wird. Diese Arme treffen bei ihrer Drehung gegen eine Anzahl entsprechender Vorsprünge am Umfang des Tisches und bringen bei jeder Bewegung eine frische Form unter die oberen Presskolben. Nach jeder Drehung hält eine Federklinke den Tisch fest, damit durch den Druck der schiefen Ebene gegen den untern Kolben keine unbeabsichtigte Verrückung hervorgebracht werden kann. Da die Masse des Materials bei verschiedenem Feuchtigkeitsgrade einen verschiedenen Raum einnimmt, so ist der Theil der schiefen Ebene, auf welchem der untere Kolben beim Einfüllen des Materials aufruht, vermittelst eines Hebels und einer Schraubenspindel der Höhe nach verstellbar gemacht, so dass man die Kolbenstellung mehr oder weniger erhöhen und somit den Fassungsraum der Form kleiner oder grösser machen kann.

Die Ziegelmaschine ruht auf einer langen, horizontalen Fundamentplatte A, auf welcher die beiden vertikalen Ständer B festgeschraubt sind, und auf diesen Ständern sind die Lager für die liegende Hauptwelle C befestigt. Die Vertikalständer sind durch den Rahmen D weiter mit einander verbunden und in diesem befindet sich das Halslager für die mittlere stehende Welle E, deren Pfanne auf der Fundamentplatte A aufgelegt ist.

Zum Betriebe der Maschine dient die Fest- und Losscheibe F an der kurzen liegenden Welle G, welche über den Ständern H aufgelagert ist. An der Welle G sitzt ein Getriebe I, welches vermittelst des Zahnrades J, der Welle K, des Getriebes L und des grossen Zahnrades M die liegende Hauptwelle C treibt. An der Welle C befinden sich zwei Excentriks N und mit diesen sind mit Stangen die Presskolben O ver-

Digitized by Google

bunden, welche zwischen den an den Ständern B befestigten Seitenlagern P ihre Führung erhalten. Die Hauptwelle C treibt vermittelst der konischen Räder Q und R die stehende Welle S mit ihrer horizontalen Daumenscheibe T, welche den Presstisch U jedesmal in eine drehende Bewegung versetzt, wenn eine der vier Daumen V an seinem Umfang mit einem der Vorsprünge am Umfang des Tisches U in Berührung kommt. Die Räder Q und R sind mit 1 : 4 übersetzt, so dass bei jeder Umdrehung der Hauptwelle der Tisch einmal fortrückt; damit der Formtisch nicht zu weit fortgedreht wird, ist an der stehenden Welle S eine kleine Stufenscheibe X angebracht, welche mit einer horizontalen Klinke W in Verbindung steht. Während der Tisch sich dreht, greift das innere Ende der Klinke in eine Vertiefung an der untern Fläche des Tisches ein und hält ihn dann gerade an der richtigen Stelle fest. Die Drehachse der Klinke W liegt in dem einen der Ständer B, und das zweite Ende desselben fällt bei der Drehung in die Stufen der Scheibe X ein; ein Gegengewicht bewirkt, dass die Berührung dieses Hebelendes mit der Stufenscheibe ununterbrochen stattfinde. Wenn das äussere Ende der Klinke die tiefste Stelle einer Stufe einnimmt, so greift das innere in Kerben in der unteren Fläche des Tisches U ein und hält hierbei den Tisch so lange fest, bis der Ziegel fertig gepresst ist. Der mit einem Walzwerk gemahlene Thon fällt in einen grossen Holztrichter ein und wird von hier durch die Speiseröhren Z den Formen zugeführt.

Diese Speiseröhren Z, in der vorliegenden Abbildung aus Holz konstruirt, wurden bei den später ausgeführten Maschinen durch gusseiserne Cylinder ersetzt, in welchen sich, ganz ähnlich wie bei kleinen Thonschneidern, eine Welle mit spiralförmig gestellten scharfen Schaufeln dreht, um den Thon hier noch einmal zu durcharbeiten, zugleich aber ihn durch Schraubendruck kräftig in die Form zu pressen. Sobald die Ziegelform gefüllt ist und von unten den ersten Druck erhalten hat, üben die Kolben O ihren Druck aus, und darin besteht der wichtigste Theil der Operation. Die beweglichen Formböden, durch welche der erste Druck hervorgebracht wird, sitzen an den Stangen h, welche mit den Formen über der festen schiefen Ebene i sich fortbewegen. Die schiefen Ebenen nöthigen die Formböden allmälig in die Höhe zu steigen und drücken den Thon gegen die untere Fläche des Deckels j an. Zum Heben und Senken der schiefen Ebene, um ihre Lage dem Feuchtigkeitsgrade des Materials anzupassen, dient die Schraubenspindel k. Die fertigen Ziegel werden entweder einfach mit der Hand weggenommen oder bei Seite gesetzt, oder auf endlosen Bändern l, welche durch die Rollen m Bewegung erhalten, abgelegt.

Noch zu bemerken ist, dass die Formscheibe des Tisches sowohl als die Pressstempel hohl gegossen sind und durch darin eingeleiteten Dampf heiss erhalten werden; hierdurch wird ein Anheften des Thonpulvers an

Digitized by Google

den Formen vermieden, und erhält man Steine mit stets blanken, polirt aussehenden Flächen.

Auf dieser Maschine kann das Material sowohl trocken, als auch in dem Feuchtigkeitszustande, wie es gegraben wird, verarbeitet werden. Die Dichtigkeit, welche die Ziegel erhalten, kann eine verschiedene sein, da man den Druck bis zu 1000 Kilogr. auf jeden Ziegel steigern kann.

Bei der beschriebenen Anordnung ist es klar, dass bei jeder Bewegung des Tisches oder bei jeder Umdrehung der Welle C zwei Formen frisch gefüllt, 4 Backsteine gepresst und 2 fertige abgeliefert werden. Nun macht die Welle 20 Touren, die Uebersetzung der konischen Räder zur Bewegung der Scheibe T ist 1 : 4, sie macht somit 7 Umdrehungen und braucht, da der Tisch 14 Formen enthält, ¼ Touren um ihn einmal zu drehen. Der Tisch macht demnach zwei Touren und dies giebt eine Leistungsfähigkeit von 2. 2. 14 = 56 Steine per Minute oder 33 600 Steine per Tag bei 10 Arbeitsstunden.

Zum Betrieb der Maschine, mit einbegriffen den Betrieb der Thonmühlen und Elevatoren, sind durchschnittlich 12—16 Pferdekräfte erforderlich, ihr Preis ist 22 000 Mark (1000 Pfund Sterling).

Kleine Maschinen, wie die Ziegelpresse von Platt, brothers in Oldham, von gleicher Konstruktion und täglicher Produktion von 15 000 Backsteinen kosten 11 000 Mark (500 Pfund Sterling).

Die betreffende Ziegelerde zu dieser Maschine wird vorher vollständig getrocknet und durch einen sinnreichen Verkleinerungs-Apparat mit Sieb von allen fremden Beimengungen gereinigt. Die Ziegelpresse selbst stellt Fig. 36 und 36a in Vorderansicht und senkrechtem Durchschnitt nach der Linie MH dar.

Die beiden sehr starken Gesellständer A, A sind unterwärts auf den Fundamentplatten A_1 gehörig befestigt und oben durch ein kräftiges Querhaupt A_2 entsprechend vereinigt. B, B ist der Formtisch, worüber der Füllrahmen oder Aufgeber C hin und her bewegt werden kann, während von D aus der vorbereitete, wieder etwas angefeuchtete Thon zugeführt wird. Ein verstellbarer Abstreicher regulirt die Menge des im Füllrahmen C aufgenommenen Thonpulvers. Die Hin- und Herbewegung des Aufgebers C erfolgt durch das geeignete Schwingen eines Hebels F, der zu einem Winkelhebel FF_1F_2 gehört und um die Axe F drehbar gemacht ist; eine kurze Lenkstange m verbindet F mit C.

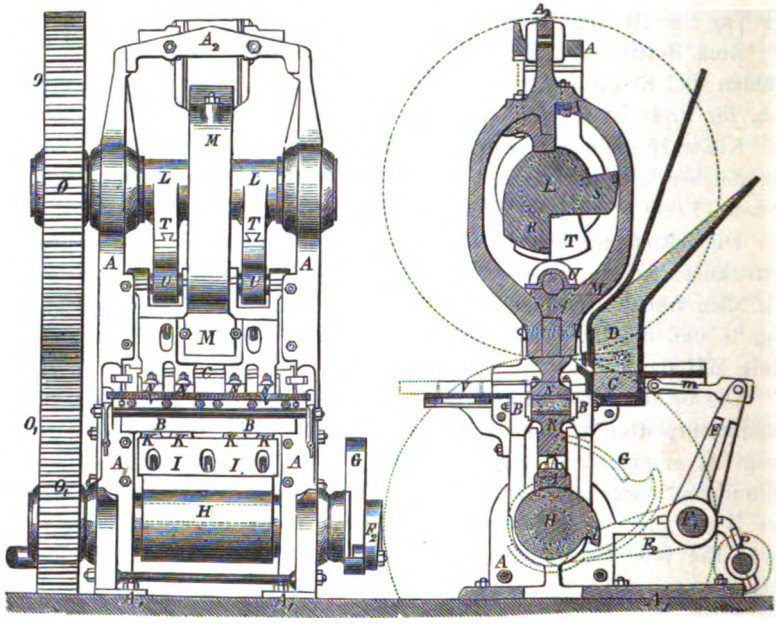
Auf die horizontale, starke Welle H ist ausserhalb des Gestelles ein kräftiger Hebedaumen G gekeilt, welcher bei seiner Umdrehung gegen den untern Arm F_2 wirkt. Ferner ist auf derselben Welle H noch ein zweiter niedriger Daumen i befestigt, der bei jedem Umlaufe einmal gegen das untere Ende eines Pressstempels I wirkt, mit dem Körper K in direkte Verbindung gebracht ist und an seinem oberen Ende den Untertheil der

Digitized by Google

Ziegelform trägt. Uebrigens sind 4 solche Stempel K und natürlich auch 4 korrespondirende Steinformen vorhanden.

Im oberen Theile des Gestelles A ist eine zweite kräftige Daumwelle L gelagert, welche beim Arbeiten mit der untern Welle H gleichviel Umläufe macht und wozu die zusammengreifenden Zahnräder O und O_1 gleiche Durchmesser und gleiche Zähnezahl haben; durch die betreffenden Hebedaumen R und S wird der geschlitzte Stempel M in Bewegung gesetzt, dessen unteres Ende N ebenfalls in 4 verschiedene Presskolben ausläuft, die übrigens in Gestalt und Lage mit den 4 unteren Kolben K übereinstimmen und korrespondiren.

Fig. 36 u. 36a.



Aus der Anordnung aller beweglichen Theile wird man nun leicht entnehmen, dass bei jeder Umdrehung der Welle H und L die vier zu bildenden Mauersteine erst zwei Schläge und nachher noch einen starken Druck erfahren, welch' letzterer durch die gleichzeitige Wirkung des Daumens i gegen I und der Scheibe T gegen eine Friktionsrolle U erzeugt wird. Ueberdies ist H auch noch so gestaltet, dass dadurch die fertigen Steine aus der Form gehoben, durch C auf einen davor angebrachten Tisch V geschoben und daselbst abgenommen werden können.

Digitized by Google

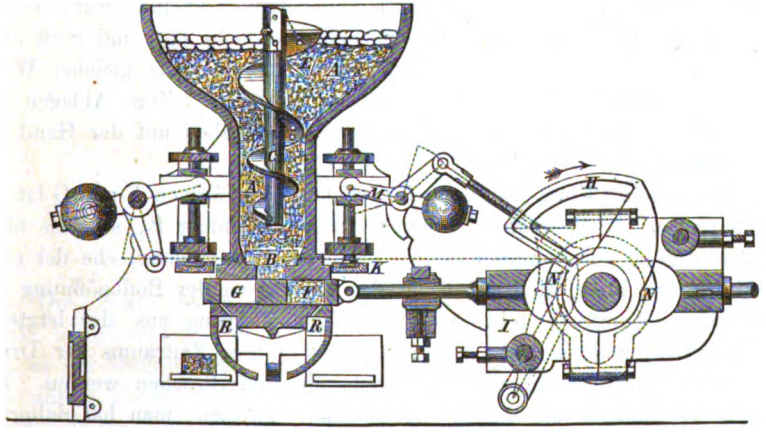
Im oberen Theile des geschlitzten Stempels M ist endlich noch eine starke Gummifeder X befestigt, um das Aufschlagen von M gegen einen der Daumen R oder S unschädlich zu machen, im Falle vergessen worden wäre, die Maschine vor dem Ingangsetzen mit Vorrath von Thonmehl zu versehen.

Formen und Pressstempel werden auch bei dieser Maschine mit Dampf geheizt, um das Anhaften des Thonpulvers zu vermeiden.

Die Leistungsfähigkeit dieser Maschine beträgt per Minute 28 bis 32 Presssteine und dies macht per 10 Arbeitsstunden 18 000 Stück. Die Kosten der Maschine betragen incl. der Thonvorbereitungs-Apparate gegen 22 000 Mark (1000 Pfund Sterling).

In der nachfolgenden Maschine von dem Engländer Oates, wird die Ziegelerde durch Umdrehung einer vertikalen Schraube zu einer einzigen ungetrennten Säule geformt und in die Formen eingedrückt; dabei erfordert sie keine vorherige Zubereitung und ist meistentheils direkt aus der Grube zur Verarbeitung in der Maschine verwendbar; nur wenn die Erde sehr stark mit Steinen untermischt ist, lässt man sie zuvor durch ein Walzwerk gehen.

Fig. 87.



Die nebenstehenden Abbildungen in Figur 37 und 37a zeigen den Längen- und Querdurchschnitt dieser Maschine.

Der gusseiserne Thoncylinder A, der sich nach oben schalenförmig erweitert, und in welchen der Thon aufgegeben wird, hat zum unteren Durchmesser ungefähr die Länge der Ziegelform F am Boden der Presskammer B.

Digitized by Google

Die vertikale Schraube C liegt in der Axe des Thoncylinders und erhält ihre Führung durch 2 Arme im oberen Theile D des Cylinders. Die Schraube ist unten cylindrisch und füllt den cylindrischen Theil der Aufgebevorrichtung nahezu aus; nach oben aber vergrössert sie sich bis auf beinahe das Doppelte ihres unteren Durchmessers. Der lockere, in den Rumpf eingeschüttete Thon wird durch den gekrümmten Arm E, welcher mit der Schraubenwelle umgeht, zertheilt und nach der Mitte gedrängt; die nach unten verjüngte Schraube zwängt ihn in den Thoncylinder und füllt ihn vollständig aus, während der überflüssige Thon in dem Rumpfe zurückbleibt. Vom Cylinder aus gelangt der Thon weiter in die Presskammer B und in die Ziegelform, welche letztere aus einem parallelepipedischen Klotz von der Dicke eines Ziegelsteins besteht und mit 2 Höhlungen F und G zur Aufnahme der Ziegel versehen ist. Die Ziegelform erhält durch einen rotirenden Daumen H, der auf zwei im Rahmen I ruhenden Rollen wirkt, ein hin- und hergehende Bewegung, so dass die beiden Formen F und G abwechselnd unter die Oeffnung der Presskammer B gebracht werden. In dieser Lage bleiben sie jedesmal während einer Viertelumdrehung des Daumens H. Wenn die Ziegelform von der Presskammer sich entfernt hat, so wird der Ziegel durch den Niedergang eines Kolbens K, der auch wieder die Dimensionen des Ziegels hat, aus der Form herausgebracht. Der Kolben wird vermittelst des Hebels M durch die Bewegung der Stufenscheibe N niedergedrückt und zwar jedesmal dann, wenn die Form das Ende ihres Wegs erreicht hat, und wird auch wieder gehoben, ehe sie ihren Rückweg beginnt. In ganz gleicher Weise wirkt ein zweiter Kolben auf die zweite Form G. Zum Ablegen der Ziegel dienen endlose Bänder, die dann durch Knaben mit der Hand geleert werden.

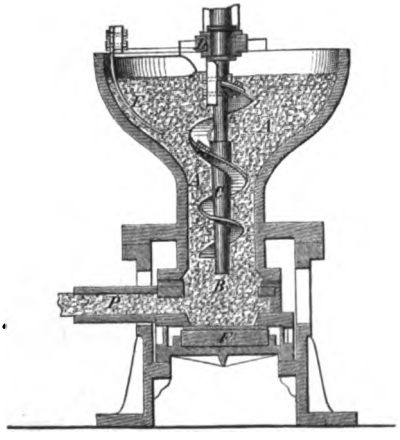
Der massive Klotz zwischen den beiden Ziegelformen F und G ist ein wenig breiter als die untere Oeffnung der Presskammer B, so dass nicht die Anfertigung eines zweiten Ziegels begonnen werden kann, ehe der erste fertig ist. So lange die Deckfläche des Klotzes an der Bodenöffnung der Presskammer vorüber geht, wird die Thonzuführung aus der letzteren unterbrochen, und es muss daher während dieses Zeitraums der Druck aufgehoben oder die Bewegung der Schraube unterbrochen werden. Das letztere Hülfsmittel hat sich als unbrauchbar erwiesen; man hat daher zu dem ersteren seine Zuflucht genommen und eine sehr sinnreiche Anordnung gefunden, welche zugleich die Wirkung eines Druckregulators und eines Sicherheitsventils ausübt. Dieselbe besteht in einem Röhrenansatz P (Fig. 37a), welcher in seiner Gestalt mit der Ziegelform übereinstimmt, aber seitlich in horizontaler Richtung aus der Presskammer ausmündet und am anderen Ende offen ist. Bei der regelmässigen Bewegung der Schraube tritt ein Theil des Thones durch diesen Röhrenansatz aus und bildet in demselben eine ununterbrochene Säule; der Reibungswiderstand dieser Säule beim

Digitized by Google

Fortrücken durch den Röhrenansatz ist nun das Mass für den Druck in der Maschine, und dieses Mass kann unter allen Umständen nicht überschritten werden.

Auf diese Weise ist die Maschine gegen Ueberlastung gesichert, und die Schraube hat überdies noch den besonderen Vortheil, dass die Ziegelform mit einer ununterbrochenen Thonsäule und unter einem gleichförmigen Druck gefüllt wird, woraus wiederum hervorgeht, dass der Ziegel eine gleichmässige Dichtigkeit erhält. Ein Beweis für die gute Wirkung dieses Rohransatzes P ist der Umstand, dass jedesmal während des Umwechselns der Formen unter der Presskammer eine Thonsäulenlänge von 7—15 mm. zur Oeffnung herausgepresst wird, die dann hin und wieder abgenommen und wieder in den Rumpf aufgegeben wird.

Fig. 37a.



Die obere Fläche des massiven Klotzes in der Ziegelform ist mit Stahl belegt und die obere Fläche des Ziegels wird dadurch geglättet, dass sie an der Oeffnungskante der Presskammer scharf vorübergeht, während die untere Fläche ihre Glätte durch eine stählerne Unterlage R emptängt, welche unter der Ziegelform auf dem Gestelle fest aufgelagert und mit Durchgangsöffnungen für die Thonabfälle versehen ist.

Die Produktionsfähigkeit ist täglich auf 12 000 Presssteine zu veranschlagen, wobei eine Triebkraft von 12 Pferden nothwendig wird.

Maschine zum Reinigen des Lehms und Pressen von Backsteinen auf trockenem Wege von W. Hess in Würzburg (Fig. 38a, b, c, d, e).

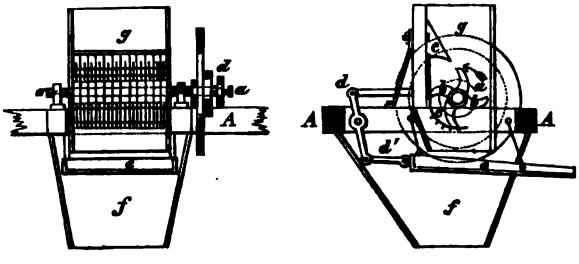
Diese Maschine soll vor allen Dingen, wie der Konstrukteur dies auch ausspricht, kleineren Ziegeleien die Gelegenheit geben, sie erwerben zu

Digitized by Google

können, da die vorbesprochenen Maschinen zum Verarbeiten der trocknen Ziegelerde durch die Grösse ihrer Anlage alle sehr theuer sind und meist ein so grosses Quantum an Material liefern, dass dadurch selbst den Bedürfnissen der grössten Fabrikanlagen genügt wird.

Die Ziegelerde wird zum Betriebe dieser Maschine im erdfeuchten Zustande der Grube entnommen und in einen eigens konstruirten Reinigungsapparat gebracht. Die aus derselben hervorgehenden Steine haben eine durchaus gleichmässige, egale Form mit scharfen Kanten und einer solchen Festigkeit, dass sie von der Maschine weg mit vollkommener Sicherheit in 10 Steinen hohen Stössen aufgeschichtet werden können. Fig. 38a und 38b stellten den Reinigungsapparat dar; er besteht zunächst aus der Welle a, auf welcher gegen 30 Messerklingen bb in der, in beiden Figuren sichtbaren Stellung festgekeilt sind. An der vorderen Wand des Kastens g und an den Seitenwänden des Rahmens A ist ein Korb, ähnlich dem einer Dreschmaschine, aus dünnen Rundeisenstäben cc befestigt, welcher am untern Theil die Messerwelle koncentrisch umgiebt. Das Rüttelsieb e erhält seine Bewegung durch die vor dem einen Ende der Messerwelle befindliche Krummzapfenscheibe d und das Hebelwerk d^1.

Fig. 38a u. 38b.



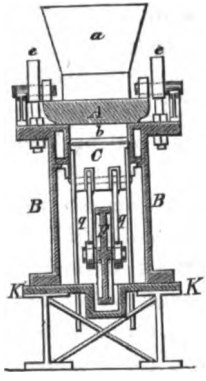
Die Presse (Fig. 38c, d und e) besteht aus einem Cylinder B, welcher auf der Fundamentplatte K aufgeschraubt ist und in seinem oberen Theile die Form C aufnimmt. Ueber derselben befindet sich ein Schieber, der aus der Pressplatte A und dem Trichterrahmen besteht. Die Rollen ee drücken die Pressplatte fest gegen die Formmündung. Der Pressstempel steht durch die Schubstangen q mit dem Presshebel D in Verbindung. Dieser Hebel kann je nach der Dicke der zu pressenden Steine, durch Veränderung der Drehungspunkte SS in den Lagern E, verlängert oder verkürzt werden. An der dem Drehungspunkte entgegengesetzten Seite des Hebels erweitert sich dieser zu einer Gabel, in welcher der Daumen H eingreift, der auf der Welle J festgekeilt ist. Auf der gleichen Welle befindet sich das Stirnrad F, das mittelst des Getriebes G mit der treibenden

Digitized by Google

Welle L in Verbindung steht. (Bei einer zweiten Maschine wurde dieses Zahnrad mit Vortheil durch ein Schraubenrad ersetzt.) An dem Zahnkranz des Rades sind die Stosszähne $n\,n_1$ und an zwei Radarmen die Daumen $o\,o_1$ angebracht, welche die Bewegung der Schieberstange i durch den Winkelhebel l und die Stossplatten $m\,m_1$ vermitteln.

Befindet sich nun die Maschine in Thätigkeit, so wird die Ziegelerde, wie sie von der Grube kommt, in den Trichter g des Reinigungs-Apparates gebracht. Die mit grosser Geschwindigkeit rotirenden Messer zerschlagen die Lehmknollen und trennen die Steine von der Erde. Während erstere auf das Sieb fallen und ausgestossen werden, wird die Erde durch den Korb verrieben und fällt durch das Sieb in den Trichter f, von wo dieselbe durch einen Schlauch in den Trichter a der Presse gelangt.

Fig. 38 c.



Bei Ingangsetzung der Presse ist die Anfangsstellung des Schiebers A der Art, dass der Trichter über der Form C steht, wobei die in dem Trichter befindliche Erde den Raum b in der Form vollständig

Fig. 38 d.

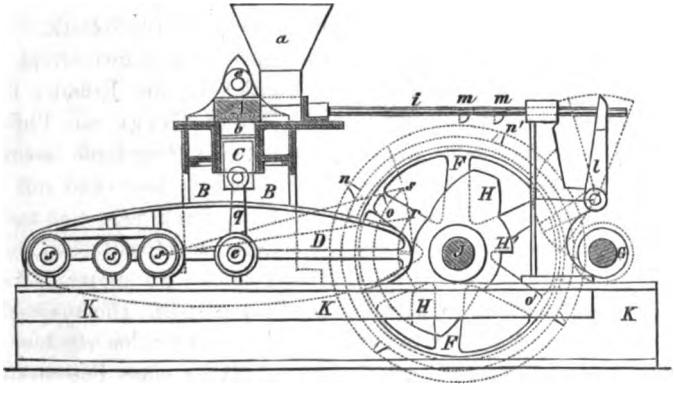
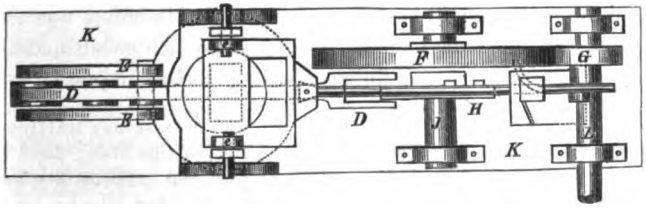


Fig. 38 e.



Digitized by Google

ausfüllt. Dabei ist die Stellung des Daumens H so, dass bei Umdrehung des Rades F der Hebel und mit diesem der Pressstempel in seiner tiefsten Lage verharrt. Der Stosszahn n stösst hierauf die Stossplatte m und durch diese den Schieber A in die auf der Zeichnung angegebene Stellung. Nun erst wird durch den Daumen H_1 der Hebel bis nach r gehoben und die in der Form befindliche Ziegelerde zusammengepresst. Mittlerweile ist aber der Zahn n_1 so weit vorgerückt, dass er, nach vollendeter Pressung, die Stossplatte m_1 berührt und die Schieberstange um die Breite der Formöffnung zurückschiebt. Währenddem schleift der Hebel auf dem koncentrischen Theil des Daumens H_1 und der Daumen H fängt an, den Hebel bis in die Stellung s zu heben, d. h. den gepressten Stein aus der Form zu stossen, nachdem der Schub der Pressplatten vollendet ist. In dieser Stellung bleibt der Hebel und mit ihm der Stein stehen.

Nun hat der Daumen o den Winkelhebel l erreicht, indem er diesen niederdrückt, wird die Schubstange i und mit ihr der Schieber wieder soweit nach vorn geschoben, dass der Trichter über die Füllöffnung gelangt, wobei der gepresste Stein vor der Pressplatte hergeschoben und auf ein davor befindliches Rollbrett gebracht wird. Dasselbe wiederholt sich bei jeder halben Rotation des Rades F. Sämmtliche Daumen sind an ihren arbeitenden Theilen mit Stahlplatten armirt. Die Leistungsfähigkeit beträgt in 10 Arbeitsstunden 3000 Stück Presssteine bei dem Bedarf von nahezu einer Pferdekraft.

Die Kosten dieser Maschine belaufen sich auf 1600 Mark.

Eine neuere Ziegelmaschine, die allgemeines Aufsehen erregt hat, war auf der letzten Pariser Ausstellung in Thätigkeit; der Erfinder der „Improved excelsior Brick-Press“ ist Isaac Gregg aus Philadelphia. Bei dieser Maschine geht die zu bearbeitende Ziegelerde zuerst durch ein Walzwerk, das in der Ebene des Fussbodens liegt und mit sehr bedeutender Geschwindigkeit rotirt; die Walzen, deren jede eine andere Umdrehung hat, haben den Zweck, das Rohmaterial zu zerquetschen, zu mengen und die grösseren Steine daraus auszuscheiden. Zu diesem Zweck sind dieselben stark konisch geformt und sehr eng gestellt. Die ausgeschiedenen Steine fallen in einen seitlich stehenden Kasten und werden von hier entfernt.

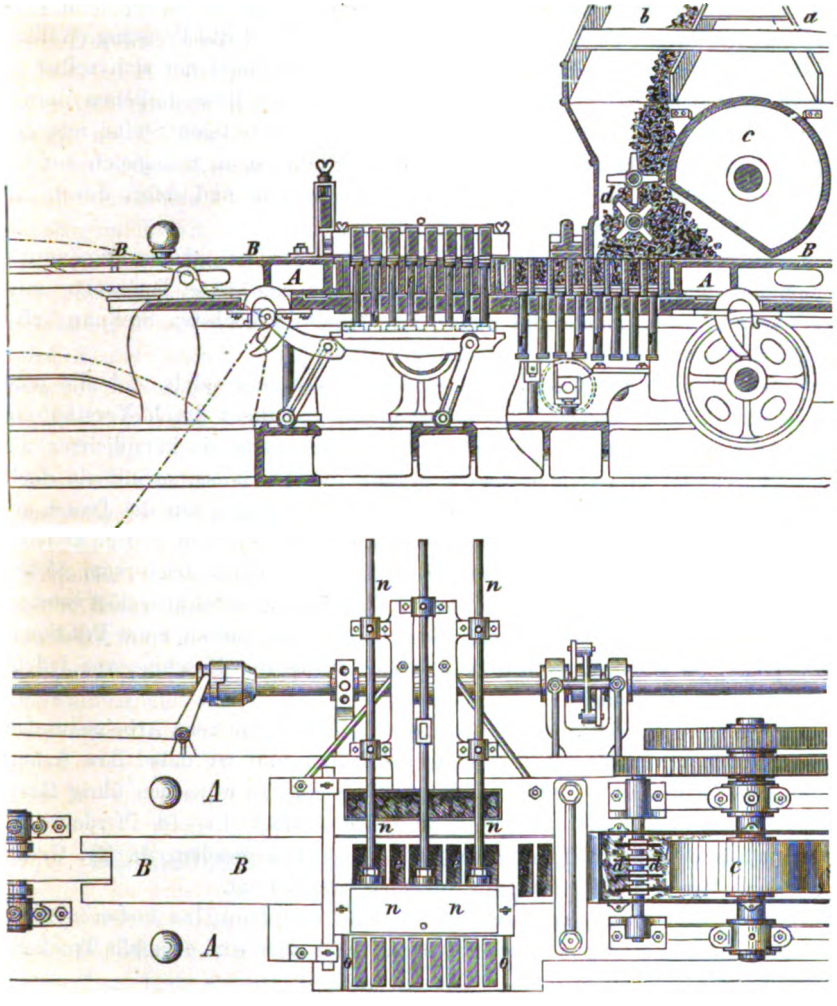
Die so vorbereitete Ziegelerde wird mittelst eines Paternosterwerkes auf eine schiefe Ebene gehoben und gelangt, wie dies eine die Maschine darstellende Zeichnung in Figur 39 ersehen lässt, abwechselnd auf die rechte oder linke Seite a und b eines Fülltroges der Maschine, was automatisch dadurch bewirkt wird, dass die Zuführungsrinne sich gabelt und alternirend eine Klappe den rechten und linken Zweig derselben öffnet.[1])

[1]) Die äusserst sinnreiche Maschine ist hier nur in einer seiner Hälften unter Hinweglassung des Bewegungsmechanismus dargestellt; eine senkrechte Linie, durch die Walzenaxe c gezogen, bildet die Halbirungslinie; eine sehr eingehend gehaltene Beschreibung nebst Abbildung mit vielen Details befindet sich in den Publications Industrielles pr. Armengaud aîné, 18° Vol. P. 19 u. 20.

Digitized by Google

Die erste hauptsächlichste Pressung erhält die Ziegelerde nun in dem erwähnten Troge, in welchem eine schwere Walze c, die in ihren Lagern vertikal beweglich und durch Gewichte an ihren Zapfen nöthigenfalls zu belasten ist, hin und her oscillirend, stets circa ¾ Umdrehungen macht. Zu beiden Seiten der Walze, in den Trogwänden bei d gelagert, laufen je

Fig. 39.



zwei ineinandergreifende Messerwalzen, die ein zweckmässiges Schneiden und Mengen des Thones erfolgreich bewirken. Ein langer gusseiserner Tisch mit beweglicher, nach rechts und links verschiebbarer Tischplatte B

Digitized by Google

trägt an jedem Ende 8 versenkte Ziegelformen e auf hoher Kante, welche durch eine mit der Bewegung der Druckwalzen correspondirende Bewegung nach rechts und links abwechselnd unter denselben vorbeikommen und so mit Ziegelerde gefüllt werden. Je 8 zusammen gehörige Formen füllen sich auf diese Weise mit einem Mal, während die anderen 8 entleert werden. Den Boden der Formen bilden genau schliessende Stahlstempel, die nach unten verlängert auf einer Stahlbahn laufen, durch deren Profil es möglich wird, der Ziegelerde eine nochmalige starke Pressung von unten beim Vorgehen des Tisches zukommen zu lassen. Durch eine dritte Pressung endlich, hervorgerufen durch eine Hebelstange, die sich parallel mit sich selbst in dem Augenblick hebt, in welchem alle Kolben mit ihren Röllchen darauf zu stehen kommen, werden mit einem Mal die 8 fertigen Steine aus der Form gehoben und durch eine Abstrichvorrichtung n, n, n sogleich auf ein Brett o, o geschoben, das ein Arbeiter nun abnimmt und sofort durch ein bereitstehendes neues ersetzt.

Hierbei wird eine schwache Oelung der Stempel gleichzeitig vorgenommen, indem von der Abstrichvorrichtung eine fette Tuchwalze mitgenommen wird, welche die Stahlstempel in ihrer höchsten Stellung, also eigentlich die Formböden schmiert.

Die Bauart der Maschine ist eine durchweg sehr solide und alle jene Theile, die einer starken Abnutzung unterliegen, theils durch Verstählung geschützt, theils auswechselbar gemacht. Trotzdem sie komplicirter als alle Maschinen zu gleichem Zweck genannt werden muss, erfüllt sie doch alle Bedingungen, die einen ruhigen und sichern Gang auf die Dauer erwarten lassen, und die meisten der so lästigen Störungen im Betrieb anderer Ziegelmaschinen dürften hinwegfallen. Durch Riemenantrieb vom Motor aus, der durch eine Spannrolle von der Ziegelpresse selbst ausgelöst werden kann, sowie die fast überflüssige Vorsicht der Einschaltung einer Friktionskuppelung in die Haupttransmissionswelle dürfte die Maschine vor jedem Bruch geschützt sein.

Die Leistung der Maschine ist sehr bedeutend; in zehn Arbeitsstunden vermag sie circa 35—40 000 Steine zu liefern und ist dabei ihre Arbeit von grosser Präzision und Correktheit, die Nichts zu wünschen übrig lässt.

Der Kraftaufwand für diese Maschine beträgt 15—16 Pferdekräfte. Der Preis dieser Maschine kann nicht angegeben werden, da Mr. Gregg nur sein Patent in Europa zu verwerthen beabsichtigt.

Die neueren Ziegelpressen von Durand und Douglas bieten in ihren Konstruktionen nichts wesentlich Neues, beide aber sind ebenfalls Trockenpressen.

Die Durandsche Maschine, in Paris konstruirt und auf der letzten Pariser Ausstellung im französischen Annex in Thätigkeit gesetzt, fand ihrer einfachen Konstruktion wegen manche Anerkennung; sie besteht im wesentlichen aus einer Excenterwelle, welche auf einen horizontal sich be-

Digitized by Google

wegenden Randkolben wirkt; letzterer dringt in einen nach oben offenen, von dem Kopfende zeitweise verschliessbaren Presskasten ein, über welch' letztern sich unmittelbar der Einfülltrichter befindet. Die Maschine, neuerdings unter dem Namen Durand & Marais bekannt, besitzt keinerlei Zubereitungsapparat, und wird von derselben das dargebotene Material unmittelbar in Angriff und Bearbeitung genommen; die Maschine eignet sich selbst für magere, kurze Rohmaterialien, die zur Verarbeitung auf Strangmaschinen sich nicht eignen.

Das Produkt der Maschine, mit einer täglichen Leistungsfähigkeit von 8000—10 000 Backsteinen, ist ein sehr gutes, die Ziegel sind vollkantig und glatt gepresst; überhaupt ist diese Ziegelpresse äusserst empfehlenswerth[1]).

In neuster Zeit hat auch Clayton eine Maschine konstruirt, welche die die Steinkohlen begleitenden Schieferthone zermahlt und dann unter kräftigem Druck formt. Diese Maschine liefert wöchentlich 60 000 bis 70 000 Stück Ziegel und zeichnet sich durch solide Konstruktion aus[2]). Ein horizontaler Kolben presst die ohne weiteres in eine trichterförmige Oeffnung geworfene Ziegelerde in eine viereckige Form mit beweglichem Boden, der sich nach erfolgter Kompression entfernt, wodurch beim weiteren Vorgehen des Stempels dem nun schon fertigen Steine der Austritt gestattet wird; die Bewegung des Stempels geschieht durch einen Excenter.

R. A. Douglas in Chicago hat eine Ziegelpresse in drei verschiedenen Grössen gebaut, zur Anfertigung von 4, 8 und 16 Ziegeln auf einmal; die letztere soll 7500 Ziegeln per Stunde, also 75 000 per Tag liefern; die Kosten von 1000 Stück zum Brennen fertiger Backsteine sollen, wenn die Ziegelerde nicht über 150 Ellen weit hertransportirt werden muss, nicht über einen Dollar betragen; da diese Maschine nur geringe Modifikationen der Plattschen Ziegelpresse nachweist, die aber keineswegs als Verbesserungen zu betrachten sind, so ist ein näheres Eingehen auf sie vollständig unnöthig.

Schlussbetrachtung über die Leistungen der Ziegelmaschinen.

Die Aufgabe, die eine vollkommen befriedigende Ziegelmaschine zu lösen hat, besteht darin, dass sie die Ziegelerde der Grube entnimmt, sie für die Fabrikation vorbereitet und verarbeitet, so dass in jeder Beziehung

[1]) Nähere Beschreibung nebst Abbildung bringt die deutsche Töpfer- und Ziegler-Zeitung 1876. S. 4.

[2]) Engineering 1874. Sept. S. 203.

Digitized by Google

tadellose, in ihrem Gefüge gleichmässig dichte und in ihrer Form vollkommene Presssteine entstehen, die sich gut und gleichmässig trocknen lassen oder noch besser, die es gestatten, dass man sie sofort zum Brennen bringen kann; nach dem Brennen sollen die Ziegel hell klingen und sich gut mit dem Hammer behauen lassen. Die Maschine selbst muss einfach, solid und wohlfeil sowohl im Ankaufe, wie im Betriebe sein.

Es giebt bis jetzt keine Maschine, die alle diese Punkte vollständig erfüllt; jede lässt noch das Eine oder das Andere zu wünschen übrig, aber man muss es auch anerkennen, dass vielseitige Anstrengungen gemacht werden, um das Vollkommene wirklich zu erreichen.

Betrachten wir zuerst das Prinzip, nach dem die vorbeschriebenen Ziegelmaschinen gebaut sind (wir schliessen die Handpressen bei dieser Betrachtung aus), so stossen wir auf zwei entgegengesetzte Probleme: eine Gruppe der Maschinen verarbeitet nasse Ziegelerde, die andere die unmittelbar aus der Grube bezogene.

Seit uranfänglichen Zeiten löste man beim Ziegelstreichen die Ziegelerde im Wasser auf und verarbeitete dieselbe durch Treten, Schlagen, Stampfen etc. zu einer plastischen Masse, um sie dann zu formen; da keine grosse Druckkraft hiebei verwendet ward, musste der Ziegelerde viel Wasser zugesetzt werden und dadurch beansprucht der mit der Hand geschlagene Lehmstein grosse Vorsicht, lange Zeit und besonders viel Raum, um vollständig auszutrocknen. Jedenfalls ist aber das Auflösen der Ziegelerde, das Einigen der einzelnen Theilchen zu einer plastischen Masse, mit andern Worten ein förmliches Zusammenkitten aller Moleküle, ein Haupterforderniss, ohne welches ein guter klangvoller Ziegel bisher nicht herzustellen war. Steht uns nun beim Ziegelformen eine Druckkraft zur Disposition, so kann die Ziegelerde in dem Grade weniger nass gehalten werden, je grösser der Druck wirkt, so dass bei ganz enormem Drucke die Kontinuität der Ziegelmasse allein durch diesen erzielt werden kann; hätten wir es überall mit einer gleichgeeigenschafteten Ziegelerde zu thun, so wäre es möglich, eine bestimmte Reihe von Verhältnisszahlen aufzustellen, wie sich der Wassergehalt der Ziegelerde zum disponiblen Drucke beim Pressen derselben zu verhalten habe. Da wir aber eine ideale Ziegelerde nicht besitzen, werden wir gezwungen, von der Aufstellung solcher Zahlenwerthe Umgang zu nehmen, und sind darauf angewiesen nach praktischen Erfahrungssätzen uns umzusehen.

Maschinen, die Lehmprismen in langen Streifen aus ihrer Formmündung herauspressen, arbeiten mit keinem sehr hohen Druck, können daher auch nur solches Rohmaterial verarbeiten, das verhältnissmässig vom Wasser durchdrungen und auch gehörig durchgearbeitet ist. Die Erfahrung hat nun gelehrt, dass alle mit mässigem Druck arbeitenden Ziegelmaschinen der Ziegelerde so viel Wasser zuzusetzen haben, dass die daraus geformten Steine unmittelbar aus der Maschine

Digitized by Google

kommend 3 bis 6fach, ohne zerdrückt zu werden, aufgestapelt werden können; grösserer Wassergehalt giebt zwar oft Anlass zu Deformationen, beeinträchtigt aber in hohem Grade die Schnelligkeit, weniger die Sicherheit des Trocknens, am wenigsten aber die Güte des gebrannten Produktes; jede Verminderung des Wassergehaltes dagegen über obigen Punkt der Pressweiche verzögert das vollkommene Austrocknen, beeinträchtigt die Sicherheit desselben, aber noch mehr die Güte des Produktes nach dem Brennen, und zwar häufig in dem Masse, dass eine gebundene klangvolle Waare gar nicht zu erreichen ist.

Zu erklären ist diese anscheinende Abnormität unsicheren und langsameren Trocknens solcher, mit geringem Wassergehalt gepresster Thonstücke leicht aus dem Umstande, dass derartige Ziegel, des geringeren Wassergehaltes wegen, sehr rasch auf der Oberfläche hart trocknen, also auch schwinden, im Innern aber der grösseren Dichtigkeit halber die doch vorhandene Feuchtigkeit nur sehr schwer abgeben können, also jedenfalls Haarrisse bekommen müssen; demgemäss wird Winterfabrikation von Ziegeln mittelst Trocknen durch warme Luft nur bei weich gepressten Ziegeln möglich sein, da nur bei diesen ein so rasches Eindringen der warmen Luft in das Innere denkbar ist, so dass die daraus entweichende feuchte Luft ein zu rasches Trocknen der Aussenseite hindert.

Die gegenwärtig am häufigsten verwendeten Maschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus nasser Ziegelerde verarbeiten fast alle ihr Rohmaterial unter Anwendung geringen Drucks in der eben besprochenen Pressweiche mit ziemlich übereinstimmendem Kraftaufwand und gleicher Produktivität, und wird sich diejenige Maschine am vortheilhaftesten erweisen, die bei gleicher Produktionsfähigkeit die geringste Betriebskraft benöthigt, indem der Vortheil, bei grösserer Druckkraft eine mehr steife, wenig Wasser enthaltende Ziegelerde zu verwenden, eher nachtheilig als vortheilhaft wirkt, und somit in unnützer Weise Kraft vergeudet würde.

Wie vortrefflich die eben angeführten Ziegelmaschinen auch arbeiten mögen, so ist doch nur durch sie mehr oder weniger ein Theil der Gesammtarbeit der Ziegelfabrikation gethan, und verursacht das Graben und Vorbereiten der Ziegelerde, das Abtragen der fertigen Steine, das Trocknen und Aufkanten, ehe der Brennprozess wirklich beginnen kann, grossen und anderweitigen Kraft- und Zeitaufwand; diesen so viel wie möglich zu kürzen, haben hauptsächlich Engländer und Amerikaner sich bemüht, eine Ziegelfabrikationsmethode praktisch zu machen, wobei man das Rohmaterial und nicht die nassgeformten Lehmsteine trocknet, oder dasselbe unmittelbar den Gruben entnommen verarbeitet, ein Verfahren, wodurch man in den Stand gesetzt wird, auch sehr unreine, namentlich mit Steinen vermengte Ziegelerde verwenden zu können, wobei ferner das oft lange dauernde Trocknen der Lehmsteine an der Luft wegfällt und, was eine Hauptsache ist, der ganze Betrieb völlig unabhängig von Witterung und Jahreszeit

Digitized by Google

wird. Nach diesem System sind die Ziegelmaschinen zur Herstellung von Lehmsteinen aus trockener Ziegelerde konstruirt und liefern zum theil Mauersteine, die das Aussehen haben, als wären sie vorher dem Schleifprozesse unterworfen gewesen; die Bedenken, ob die Struktur im Innern ihrem schönen äusseren Ansehen entspreche, sind nicht begründet, da das Fabrikat der englischen Ziegelfabriken, die mit solchen Maschinen arbeiten, als ein vorzügliches zu den wichtigsten Bauten (Tunnelbauten) verwendet wird. Vollständig genügende Untersuchungen über die Zerdrückungsfestigkeit der Trockensteine liegen noch nicht vor, vergleicht man sie jedoch mit den besten Handsteinen, so lässt sich allem Anschein nach nur ein günstiges Urtheil fällen; die gebrannten Trockensteine zeigen alle Eigenschaften der besten Ziegelerzeugnisse, werden äusserst fest und lassen sich ebenso schön behauen wie die von der Hand geformten. Eine Versuchsprobe über die Widerstandsfähigkeit der trocken gepressten Backsteine von der Greggschen Maschine durch die französische Jury ergab ein Bruchgewicht von 60 Kilogr., ein Resultat, das dem von guten Maschinensteinen gleich kommt, die Festigkeit der Handsteine aber bedeutend übertrifft. Fasst man die Vortheile der Trockenarbeit ins Auge, so liegen diese im wesentlichen in der leicht ermöglichten Massenproduktion neben Verminderung des nöthigen Anlagekapitals für Trockenschuppen; die Trockenpressen arbeiten schneller als alle übrigen Knetmaschinen, und lassen sich die Trockensteine unmittelbar nach dem Pressen so hoch aufstapeln, wie dies den Arbeitern zu thun möglich ist, was bei den aus nasser Ziegelerde gefertigten Ziegeln nicht angeht.

Die vollständige Trocknung erfolgt schnell, ohne dass man durch die Empfindlichkeit der feuchten Waare gegen Luftzug und Sonnenwärme belästigt wäre. Ob bei einem gut geleiteten Kapellenofen mit Ventilationsbetrieb das Trocknen der Ziegel im Freien nicht dadurch ganz zu umgehen wäre, indem man sie direkt in den Ofen einsetzt, würde bald die Erfahrung bestätigen. Was die Form der so gewonnenen Backsteine angeht, so ist diese meistens tadellos; während bei nassgepressten Steinen die Seitenflächen oft konkave Form annehmen, ist solches bei trocken gepressten nie zu fürchten; stets haben sie ganz ebene Begrenzungsflächen. Natürlich ist es, dass diese Presssteine gegen die mit nasser Ziegelerde geformten ein weit höheres specifisches Gewicht haben, während es bei diesen 1,87 bis 2,0 beträgt, erhöht es sich bei jenen bis auf 2,3. Ein grösserer Aufwand an Brennmaterial und Brennzeit folgert sich hieraus selbstverständlich, ebenso dass es nicht bei allen Bauzwecken vortheilhaft ist, Ziegel von so grossem absolutem Gewicht verwenden zu müssen.

Wenn wir nun die Maschinen beider Systeme vergleichungsweise in bezug ihres Kraftaufwandes und ihrer Leistungsfähigkeit zusammenstellen, so liesse sich nur dann erst wieder ein gründliches Urtheil über das Für und Wider der einzelnen Maschinen fällen, wenn zuvor die Frage über die

Digitized by Google

Betriebskosten, über die Abnützungen und Reparaturen beantwortet werden könnte, aber hierüber fehlen uns vielfach die sicheren Anhaltspunkte.

Die Ziegelmaschinen, die nasse Ziegelerde verarbeiten (Nasspressen), stehen sich in ihrer Leistungsfähigkeit sowohl, als wie in ihrem Kraftaufwande, dann in ihren Ankaufs- und Betriebskosten ziemlich nahe, und kann wohl mit Recht behauptet werden, dass besonders die Maschine von Clayton, Hertel, Sachsenberger, Schlickeysen und Schmerber, als schon lange im Gebrauch, sich in der Praxis vollkommen erprobt und sich auch Bahn gebrochen haben; die Clayton'sche Maschine blieb dabei mehr auf England beschränkt, die Schmerber'sche auf Frankreich und die Schweiz.

Die Ziegelmaschinen, die trockene Ziegelerde verarbeiten (Trockenpresse), sind meistens für Massenproduktion eingerichtet und haben sich am brauchbarsten die Maschinen von Bradley und Craven, Isaac Gregg, Durand und Marais bewährt; in folge der zu diesen Maschinen gehörenden komplicirten Thonverkleinerungsapparate, sowie der verschiedenen nothwendig werdenden Elevatoren, sind sie alle zwar sehr theuer, aber es wird durch solche Trockenpressen der nicht zu unterschätzende Vortheil gewonnen, dass alle Trockenanstalten, welche die Nasspressen in hohem Grade benöthigen, ganz entbehrlich werden, und was hierdurch an Zeit gewonnen wird, möchte immer als nicht geringfügig in betracht zu ziehen sein.

In die Augen springend ist ferner der verschiedene Kraftbedarf der beiden Maschinengruppen; vergleichen wir beispielsweise in dieser Beziehung die Maschine des Amerikaners Gregg mit der viel in Anwendung gebrachten Maschine von Hertel; die erstere erzeugt mit einem Arbeitsaufwand von 15—16 Pferdekräften in 10 Stunden 35—40 000 Ziegel, die Hertelsche Maschine mit 8—10 Pferden 10—12 000 in der gleichen Zeit; ihr Kraftbedarf ist demnach, wie eine einfache Rechnung nachweisen wird, über 50 pCt. grösser, denn 1000 Backsteine erfordern bei der Hertel'schen Maschine nahezu eine Pferdekraft, während bei der Gregg'schen Maschine mit der gleichen Kraft 2500 Backsteine geformt werden können.

Von den Trockenpressen möchte die von Gregg weitaus den grössten Vorzug verdienen, da sie wirklich mit vielem Glück aus allem bereits Vorhandenen das Beste zusammengestellt hat. In höchst sinnreicher Weise hat Gregg es erreicht, die Ziegelerde so vorzubereiten und zu kneten, dass auf seiner Trockenpresse auch Hohlziegel mit nicht durchgehenden Löchern hergestellt werden können; man weicht dadurch dem Uebelstande aus, bei Läufer und Binder zu Rohbauten nicht dieselbe Ziegelform verwenden zu können. Solche Steine haben fünf vollkommen schöne Flächen und die Höhlungen stehen so, dass ein Mörtelmehraufwand nicht stattfinden kann; es dürfte die Herstellung solcher Steine als ein wahrer unschätzbarer Fortschritt in der Ziegelfabrikation zu betrachten sein. Die Vortheile der Hohlsteine sind zu bekannt und sind dieselben in die Praxis in

Digitized by Google

Frankreich, England, Belgien, der Schweiz, aber bisher nur theilweise in Deutschland allgemein eingeführt, und es dürften die Vollziegel bald ganz aus der Verwendung kommen, wenigstens dann, wenn sie die Handziegel an Gewicht so bedeutend übertreffen.

Was die schöne Form der Maschinenziegel betrifft, so zeichnen sich die auf Trockenpressen hergestellten vor allen andern aufs Vortheilhafteste aus, und da ein und dieselbe Pressform den Stein stets unter derselben Bedingung herstellt, so werden sie alle vollkommen gleich sein; anders verhält es sich mit den nassgepressten Steinen, die nur zu häufig, besonders in den Schnittflächen, ein sehr mangelhaftes Aussehen besitzen; es hängt dies entweder von der Konstruktion des Mundlochs oder des Schneideapparates ab, oder auch von der Gewandtheit und der Akkuratesse, mit der an der Maschine gearbeitet wird. Von besonderem Einfluss ist es auch je nach der Natur des Rohmaterials die Masse nicht zu trocken zu pressen, wodurch meistentheils die Kanten des Thonprismas Sprünge erhalten — sogenannte Drachenzähne; zu viel Wasser bringt dagegen die Gefahr mit sich, die Steine beim Abnehmen und Trocknen leicht in ihrer Form zu beeinträchtigen.

Vielfach ist auch die ungleiche Textur beanstandet worden, welche sich bei vielen Maschinenziegeln, die von einem Strang abgeschnitten werden, geltend macht; beim Durchpressen der Ziegelerde durch die Form ergiebt sich an deren Seitenwandungen eine grössere Reibung und dadurch eine erhöhtere Kompression, wie solche im Kern des Strangs nicht vorhanden sein kann; die hieraus resultirende Textur kann nun je nach der Beschaffenheit des Rohmaterials und des Brandes einen ungünstigen Einfluss auf das Behauen der Steine äussern, andererseits kann eine Störung in dem Zusammenhange der Massentheile sich ergeben, die sich durch klanglose Waare charakterisirt und auch die Festigkeit des Materials beeinflusst. Parallelisirt kann dieser Umstand in dem Falle werden, wenn die verwendete Ziegelerde während des Brandes versintert, wodurch dann die sich geltendmachenden Strukturverhältnisse wieder aufgehoben werden.

Der Clayton'schen Maschine, welche die Thonprismen in begränzter Länge und abwechselnd nach zwei entgegengesetzten Seiten herauspresst, ist mit einem Abscheideapparat versehen, der, im Gegensatz zu allen andern Nasspressen, den in Ruhe befindlichen Strang zerscheidet; andererseits liefert die Maschine durch die am Mundstücke angebrachten sich drehenden, vertikalstehenden kleinen Walzen mit das fehlerloseste Thonprisma. Die Clayton'sche Maschine wurde demnach auch durch die Jury bei der Londoner Industrie-Ausstellung des Jahres 1862 als die beste von allen ausgestellten Ziegelmaschinen anerkannt und prämiirt. Was die Abschneideapparate der deutschen Nachpressen anbetrifft, so haben dieselben erst in neuester Zeit jene Verbesserungen er-

Digitized by Google

fahren, dass das herausgepresste Thonprisma jederzeit mit scharfen Kanten und im rechten Winkel zertheilt wird. Die Sachsenberger'sche Maschine zeichnet sich ferner vor allen anderen durch grosse Einfachheit aus, nur ist es auffällig, dass die Operationen, in die jede Ziegelmaschine zu treten hat, bei ihr nicht systematisch geordnet sind; alle anderen Maschinen bringen die frisch gegrabene und genässte Ziegelerde zuerst ins Walzwerk, dann in den Thonschneider uud von hier in die Form, was jedenfalls das Richtige sein möchte; die Maschine aber von Sachsenberger bringt die Ziegelerde zuerst in den Thonschneider, dann durch das Walzwerk in die Form. Hat auch das Walzwerk eine Vorrichtung, bei Eintritt von grossen und harten Steinen sich von selbst auszuheben, so wird doch das Mengen der allenfalls in der Walze entstehenden Steinsplitter, ehe diese in die Form getrieben werden, wünschenswerth sein, kann aber dort nicht mehr stattfinden.

Eine hervorragende Stellung nimmt zur Zeit die Hertel'sche Maschine ein und möchte dieselbe ihrer Leistungsfähigkeit wegen weitaus die weiteste Verbreitung gefunden haben, und auch wohl mit vollstem Rechte.

Um den Maschinenziegeln, die durch Nasspressen hergestellt werden, eine bessere Form zu geben, presst man sie wohl mittelst Handpressen nach; man erreicht hierdurch nicht allein eine durchaus korrekte Form des Steins, sondern es gewinnt derselbe beim Nachpressen auch an Festigkeit. Leisten unsere deutschen Maschinen jedenfalls viel, dass sie mit den englischen recht gut konkurriren können, so bleibt trotz alledem in bezug auf die Leistungen sämmtlicher zur Zeit in Gebrauch sich befindenden Ziegelmaschinen noch so manches zu wünschen übrig.

Jedenfalls ist dahin zu wirken, eine Maschine zu erhalten, die nicht blos wie in der bisherigen Weise formt und mangelhaft gestaltetes Material liefert, sondern zugleich auch das Nachpressen mit besorgt; hierdurch würden gewissermassen die zwei Systeme der Maschinenformerei mit einander verbunden. Gelingt es eine nach allen Seiten hin vollkommene Ziegelmaschine zu konstruiren, so wird reicher Lohn nicht ausbleiben, denn dann verdrängt sicherlich eine solche die noch immer vorherrschend verbreitete Handformerei vollständig.

Als eine Maschine neuester Konstruktion, die zuerst formt und dann presst, ist die durch J. F. Pollock in Leeds (England) erfundene hier zu erwähnen, die ihrer Wirkung nach zwischen den Maschinen, welche mit nasser und trockener Ziegelerde arbeiten, einzureihen ist. Im allgemeinen ist diese Maschine der von Bradley & Craven konstruirten sehr ähnlich, und soll hier nur die Art und Weise erwähnt werden, wie sie arbeitet, im übrigen verweisen wir auf die specielle Beschreibung und Abbildung im Engineering. August 1870, Seite 31.

Bei der Maschine von Pollock passirt die Ziegelerde zuerst ein Walzwerk, worin sie in einen Thonschneider durch eigene Schwere fällt, bis sie

Digitized by Google

unter die Wirkung der schraubenförmig gestellten Messer gelangt; um die Ziegelerde plastisch zu machen, wird dieselbe im Thonschneider mit Wasser befeuchtet; unmittelbar unter dem Thonschneider befindet sich eine runde, mit Pressformen und bewegenden Mechanismen versehene Tischplatte, so dass die Pressform unmittelbar durch die niedergehende Ziegelerde gefüllt wird; ist dies geschehen, so rotirt der Tisch, geht unter einer angebrachten Schmierwalze hindurch, wobei die obere Fläche geschmiert wird. Durch eine schiefe Ebene (wie bei der Maschine von Bradley) wird der geformte Stein auf die Tischoberfläche gehoben und durch einen Abnehmehebel zur Presse gebracht, um hier mittelst Einwirkung von Dampf gepresst.

Der gepresste Backstein wird schliesslich durch das Vorwärtsgehen des nächstgeformten Steins auf einen Wegführriemen oder Band fortgeschoben, um weiter auf den Trockenplatz gebracht zu werden.

Die Formkasten im Tisch, aus denen die Backsteine herauskommen, nehmen, während die Maschine in Thätigkeit ist, der Reihe nach eine Stellung ein, dass ein für die Zwecke des Schmierens vorhandener Kolben in sie hinein tritt und ihre Seiten und Bodenflächen einölt, ehe sie unter den Thonschneider gehen, um daselbst wieder mit Ziegelerde gefüllt zu werden.

Die Maschine von Pollock liefert sowohl ungepresste als auch gepresste Backsteine, indem man erstern Falls die Presse ausser Thätigkeit setzt und nur formt; sie wird in dreierlei Grössen gebaut: eine kleine Maschine liefert 10 000 Stück gepresste Backsteine per Tag, eine mittlere 20 000 Stück, eine grosse 40 000 Stück. Bei Fabrikation ungepresster Steine kann die Geschwindigkeit der Maschine um ungefähr 20 pCt. erhöht werden.

Zum Formen von Hohlsteinen (die weiter unten besonders besprochen werden) leisten die sämmtlichen Nasspressen die vorzüglichsten Dienste, während auch wohl alle Drainpressen gleichfalls dazu benützt werden.

Zum Schlusse dieser Betrachtung soll hier noch jener Bestrebung gedacht werden, die eine exakte Beurtheilung der Leistungen der verschiedenen Maschinensysteme aufzustellen beabsichtigt, da alle bisherigen Angaben in dieser Beziehung ihre völlige Unbrauchbarkeit erwiesen haben[1]).

In neuester Zeit hat der Verein für Ziegelfabrikation es veranlasst, die Erfahrungsresultate über die in Deutschland verbreiteten Maschinen zu sammeln, und wurde in folge dessen eine Tabelle aufgestellt über die Leistungen der Maschinensysteme Sachsenberg, Hertel, Schlickeysen; unter Zugrundelegung verschiedener Ziegelerde ergab sich auf die Leistung pro Stunde und Pferdekraft als Mittel aus je 5 Beobachtungen:

[1]) Nach Dr. H. Zwick's Ansicht!

Digitized by Google

	Thonsubstanz	Sandgehalt der Thone	Schluff und Staubsand	Wassergehalt der Thone	Leistungen per Stunde und Pferdekraft
	1	2	3	4	5
Sachsenberg . .	50	25	25	32	125
Hertel	40	31	24	24	120
Schlickeysen . .	36	36	26	23	165.

„Hieraus wird der Schluss gezogen: die Sachsenberger'schen Maschinen verarbeiten im allgemeinen die fettesten Thone, und „scheint" ihre Leistungsfähigkeit zuzunehmen mit der Fettigkeit; die Schlickeysen'sche, die magernsten und schluffhaltigsten; die Hertel'schen stehen in der Mitte."

„Diese Tabelle ist als das erste Aktensück **fundamentaler** Bedeutung für die Maschinenformerei anzusehen."

„Allerdings ist damit erst der Anfang gemacht und darf man nicht vergessen, dass noch eine grosse Reihe praktischer Beobachtungen über Nass- und Trockenpressen und namentlich auch unter Beachtung aller Cautelen und aller jener Faktoren angestellter dynamometrischer Versuche nothwendig sind, ehe dieses Feld erhellt wird, Ausgangspunkte zur Beurtheilung, sichere Winke für Benutzung der Maschinensysteme, allgemein giltige Gesetze über Ziegelthon, Kraftverbrauch und Leistung derselben erschlossen sind" (!!)

Dies wichtige und so präcis formulirte Aktenstück **fundamentaler** Bedeutung wird wohl eines weiteren Kommentar's nicht bedürfen[1]).

Formen der Dachplatten.

Das Formen der Dachplatten (Dachziegel, Biberschwänze) findet in der Regel in Formen von starkem Bandeisen statt, wobei die sogenannte Nase, der Theil, an dem der Dachziegel auf die Latte gehängt wird, aus freier Hand angeformt wird; die frisch geformten Steine müssen auf Brettchen liegend getrocknet werden.

Sollen Hohl- und Firstziegel geformt werden, so geschieht dies in einer Form, die der Abwickelung der Mantelfläche eines halben abgestumpften Kegels genau entspricht, und wird das fertige Blatt auf den Sattel oder Absetzer gelegt, der aus leichtem Holz in Form des gleichen abgestumpften Kegels besteht; ähnlich ist die Anfertigungsweise der sogenannten italienischen Dach- und S-Ziegel, wozu man nur je nach deren Gestalt ein anderes Blatt oder anderen Absetzer nöthig hat.

Seit Einführung der Ziegelmaschinen werden auch die bisher mit der Hand gestrichenen Dachplatten häufig in der Weise hergestellt, dass ein kontinuirlicher Streifen aus dem Formkasten der Ziegelmaschine entweder

[1]) Aus Dr. H. Zwick's Ziegelfabrikation der Gegenwart S. 410; Parturiunt montes etc.!!

Digitized by Google

nach dem Profile a oder b der Fig. 40 herausgepresst wird. Ein solcher Streifen wird dann zu rechteckigen Platten von der Länge der Dachziegel auf einem Abschneidetisch zerschnitten und auch wohl mit der Hand nachgeformt; im erstern Falle wird der an der Dachplatte vorstehende Steg bis auf die sogenannte Nase entfernt und der Platte meistens am untern Theile die Form eines flachen Segments gegeben, im zweiten Falle kann der aufstehende Rand seiner ganzen Länge nach verbleiben, weil

Fig. 40a.

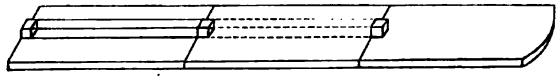
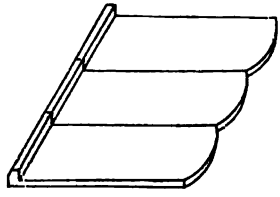


Fig. 40b.



hierdurch ein sicheres Verhängen auf den Dachplatten geboten ist[1]). Ein solches Nachformen erfordert eine ganz besondere Uebung der Arbeiter und lässt sich nicht forciren. Dieser Umstand bewog A Hausding einen Dachziegelapparat zu konstruiren, der im wesentlichen aus einem Abscheidetisch besteht, der einmal den Thonstreifen in gleiche Längen schneidet, dann dem untern Ende der Dachplatte die Segmentform giebt und endlich den Nasenstrang, soweit es nöthig ist, entfernt; durch diese Bedingung hat der patentirte Hausding'sche Apparat: Querschnitt-, Bogenschnitt- und Nasenschnittdrähte, die durch den Schneidebügel gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt werden, und eine Tagesproduktion von 6000 — 9000 Stück Dachziegel ermöglicht wird[2]). Dieser Apparat dient auch, wie gemeldet wird, nach Ausspannen der Nasen- und Bogenschneidedrähte zum Abschneiden von Drainröhren, Hohlsteinen, Gesimsen etc.

In Belgien und Frankreich presst man die Dachziegel meistens auf kleinen Maschinen und giebt ihnen dann wohl die verschiedensten Formen; alle diese Dachziegel sind darauf berechnet, das Verstreichen der Dächer mit Kalkmörtel unnöthig zu machen, das Gewicht des Deckmaterials auf

[1]) Hausdings Patent-Dachsteinapparat für Ziegelmaschinen. Notizbl. des Vereins für Ziegler 1876. S. 232.

[2]) Notizblatt 1876. S. 232 und Dingler's Journ. 1877 Band 226 S. 351.

Digitized by Google

ein Minimum zu beschränken und das Abrutschen der Ziegel zu verhindern, die allenfalls durch Hagel zerschlagen werden, ferner sucht man ihnen eine gefällige Form zu geben. Fig. 41 stellt die Dachziegel von Jusson und Delangle in Belgien dar; an dem oberen Theil eines jeden Ziegels ist eine doppelte Rippe und an dem unteren Theil, jedoch nach innen, eine andere doppelte Rippe, die der ersteren symmetrisch ist und in die korrespondi-

Fig. 41.

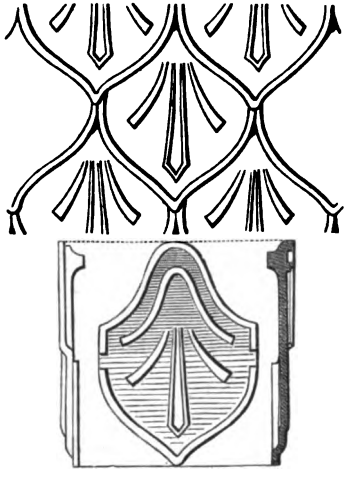
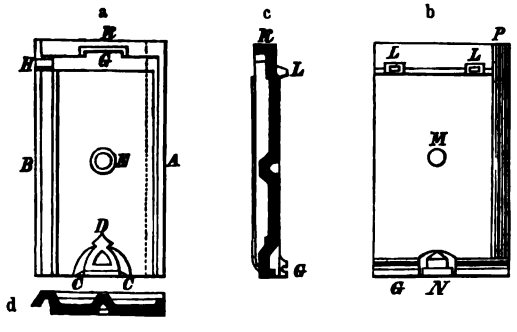


Fig. 42.



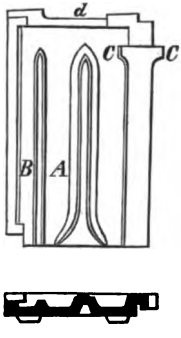
renden Rippen der beiden Ziegel der unten daran anstossenden Reihe eingreift. Diese Anordnung verhindert nicht blos die Kapillarität, wodurch das Wasser nach innen geführt werden könnte, sondern es hört auch das durch den Wind verursachte Eindrängen des feinen Schnees auf, wie dies bei den gewöhnlichen Dachziegeln stets vorkommt, wenn sie nicht gut ver-

Digitized by Google

strichen sind. Die freiliegende Fläche dieser Ziegel trägt eine Art Palmette, mit beiläufig 6 Millimeter starkem Vorsprung, wodurch sie nicht nur grössere Festigkeit, sondern auch ein gefälliges Aussehen erlangt.

Die Eindeckungsmethode mit Flachziegeln der Herren Robelin und Arbey zu Besançon ist in Fig. 42 (a b c d) dargestellt; sie ist für eine sehr geringe Dachneigung brauchbar und hält Wasser und Schnee vom Innern ab; bei einer grossen Oberfläche sind nur wenige Fugen vorhanden, denn es werden nur 15 Ziegel pro Quadratmeter gebraucht. a ist die obere, b die untere Ansicht eines Ziegels, c der Längen-, d der Querschnitt des Dachziegels. Die obere Ziegelfläche hat an ihrem Rande A eine Rippe, und bildet der andere Rand B die Ueberdeckung, welche über den Theil A des nächsten Ziegels greift. Das untere gefalzte Ende C ist derart abgerundet, dass die beiden Ziegel, worauf es liegt, vollständig bedeckt werden. Der Vorsprung D hat den Zweck, die Fugen der untern Ziegel zu verdecken und gleichzeitig das Ablaufen des Wassers nach rechts und links zu bewirken; der Vorsprung E hat nur die Bestimmung, bei der Anfertigung des Ziegels einen Stützpunkt auf dem Formtisch zu liefern und kann eine verschiedenartige Gestalt erhalten. Der untere dünnere Theil G, welcher höher ist als der Ziegel, giebt dem Ende C der obern Ziegel eine geringere Entwickelung und verhindert das Eindringen des Wassers, das nach oben steigen könnte. Die Höhlung H an der Ueberdeckung ist ebenfalls angebracht, um dem Theil G weniger Entwickelung zu geben und das Eindringen des Schnees und des Windes zu verhindern. Das Ende K ist mit einem Haken versehen, um die Ziegel mit einander zu verbinden. Die beiden Haken L dienen zum Anheften an die Latten. M ist der konkave Theil von E, N der konkave Theil des Vorsprunges D, welche Höhlungen das Gewicht der Ziegel mindern, P ist eine untere Ansicht der Ueberdeckung und ihres Falzes. In Fig. 43 ist eine Vervollkommnung des Ziegels angegeben, welche in einer Erhöhung A, beinahe nach der ganzen Höhe desselben, besteht und die Höhe der Ueberdeckung hat; der konkave Theil unterhalb versieht die Stelle eines Gewölbes, giebt dem Ziegel eine sehr grosse Festigkeit und verhindert seine Verkrümmung sowohl in der Trockenstube als im Ofen; auch hat er den Zweck, während seines Trocknens dem Ziegel einen Stützpunkt zu liefern und das Eindringen des Wassers unter der Ueberdeckung zu verhindern.

Fig. 43.



Die Rippe B giebt dem Ziegel mehr Festigkeit und verhindert das Eindringen des vom Winde gepeitschten Wassers über die unter der Ueberdeckung liegende Rippe. Die beiden Knaggen CC verhindern den Druck des Schnees nach innen; die Einschnitte d an dem hinteren Theil vermindern das Gewicht des Ziegels.

Digitized by Google

Fig. 44 stellt die in neuester Form konstruirten Dachziegel aus der Fabrik von Gilardoni und Sohn in Altkirch (Ober-Rhein) dar; eine weitere Beschreibung möchte unnöthig erscheinen, da sie hinreichend durch Quer- und Längenschnitt, dann durch eine Ansicht von oben und unten erklärt

Fig. 44.

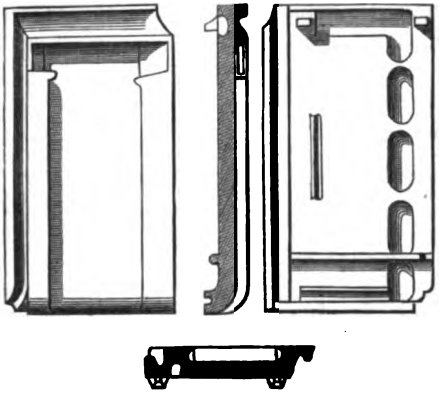
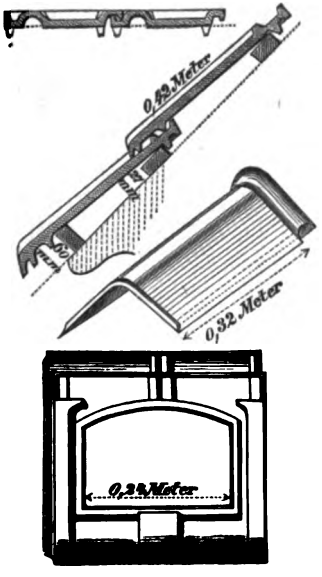


Fig. 45 und 46.

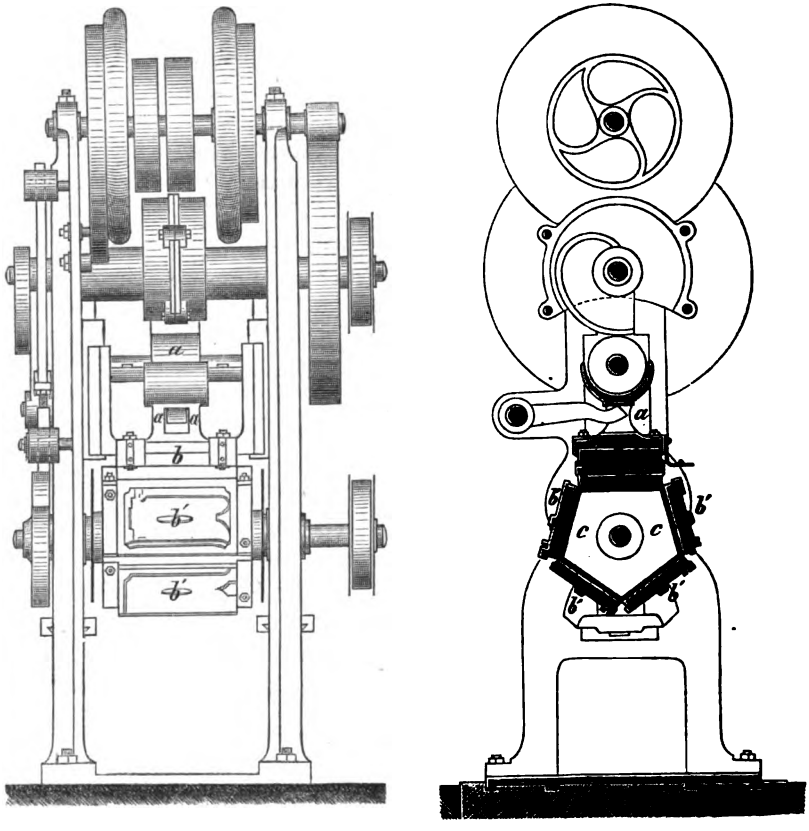


sind. Sie leisten die vorzüglichsten Dienste und sind durchweg als das bestentsprechende Dachdeckungsmaterial anerkannt; die Kosten von 1000 Stück solcher Dachziegel sind auf der Fabrik zu 110 Frcs. gestellt; 15 Stück geben einen Quadratmeter Dachdeckung, so dass ein solcher 1 Frcs. 65 C. kostet.

Digitized by Google

Aehnliche Form und Grösse haben die Falzdachziegel, welche in der grossartig betriebenen Thonwaarenfabrik Schwandorf in der Oberfalz fabrizirt werden und besonders in letzterer Zeit vielfache Verwendung gefunden haben; die Art und Weise, wie sie auf der Lattung liegen, zeigt die vorstehende Figur 45; die ebenbenannte Fabrik fertigt auch Firstziegel und Doppel-Dachziegel mit Glaseinlagen nach beigegebener Zeichnung in Figur 46.

Fig. 47.



Dachplattendächer, mit gewöhnlichen Dachziegeln gedeckt, müssen überall doppelt gelegt sein; während ein gewöhnliches doppelt gedecktes Dach per qm. 110 sogenannter Bieberschwänze braucht und ein Gewicht von 175 kg. hat, wiegt die gleiche Dachfläche mit 54 Stück Dachziegeln gedeckt nur 135 kg., also um 25 pCt. weniger, was eine bedeutend leichtere Dachkonstruktion zulässt. Sie sind ungemein schwer und verhindern das Einwehen von Regen und Schnee nur durch stets sich wiederholendes

Digitized by Google

Verstreichen der Fugen durch Mörtel. Dies fällt bei den eben besprochenen Dachziegeln fort, sie geben daher eine viel leichtere Dachdeckung ab, bieten jede Garantie gegen das Eindringen von Regen und Schnee nach innen und gestatten eine Dachneigung, die sich als genügend bewährt, wenn man den dritten Theil der Tiefe des Daches zur Höhe desselben wählt.

Man formt diese Dachziegel mittelst ganz einfacher Pressen, ähnlich denen, die man zum Stempeln verwendet; eine gusseiserne Form wird mit der präparirten Thonerde gefüllt, und ein Stempel, der Form der oberen Fläche des Dachziegels entsprechend, wirkt schraubenförmig abwärts, unterstützt durch einen geführten Hebeldruck, und giebt so der Dachplatte die bestimmte Gestalt.

Sehr verdient um die Einführung dieses vortrefflichen Deckmaterials haben sich die Gebrüder Schmerber in Tagolsheim bei Altkirch gemacht, deren kontinuirliche Falzziegelpresse so ziemlich die weiteste Verbreitung gefunden hat, und die auf ihrer Musterziegelei in Illfort vortreffliche Falzziegel fabriziren.

Die Figur 47 giebt das Hauptsächliste dieser Falzziegelpresse, die im wesentlichen durch eine Excenterbewegung, ähnlich wie an einer Stanzmaschine, einen Kolben a hebt und senkt, welcher die obere Matrize b des Dachziegels enthält, während die untere b' in die Seite eines fünfeckigen Prismas c angebracht ist. In letzteres sind fünf solcher Formen eingepasst, wovon jeweilig eine andere durch intermittirende Rotation unter den Stempel gebracht wird. Ein Arbeiter belegt mit vorgeschnittenen und durch eine Thonknete homogen vorbereiteten Thonplatten die leeren Formen, während auf der anderen Seite der Maschine ein zweiter die fertigen Ziegel abnimmt. Die Formen sind in hartem Modellirgyps hergestellt und halten je nach deren Güte bis 3000 Pressungen aus. Die Maschine braucht 2½ Pferdekräfte zur Bewegung und erzeugt im Tage 7000 bis 8000 Falzziegel, welche dann noch von der Hand nachgeputzt werden[1]).

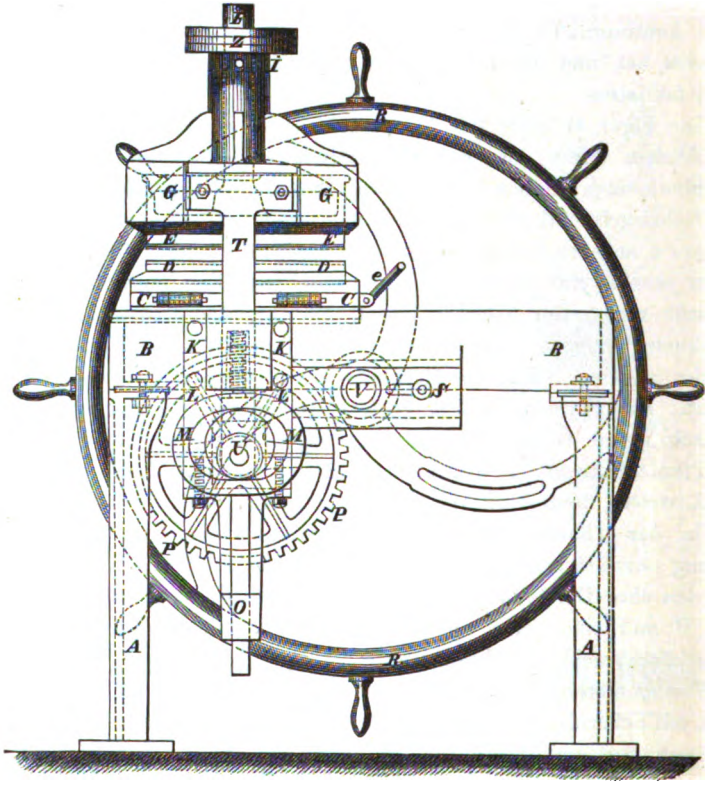
In der Thonwaarenfabrik von Gilardoni, die sich durch rationelle Leitung auszeichnet, befindet sich eine Dach-Ziegelpresse, die in Fig. 48 und 48a ihre Darstellung gefunden hat. Die Füsse A tragen den Presstisch B und sind beide von Gusseisen. C ist ein Schlitten, der in einer auf B angebrachten Führung läuft. D der Untertheil, E der Obertheil der Form; ersterer legt sich genau auf den Schlitten C auf und ist zur Seite mit Scharniren und mit einem Griff d versehen, um sich umschlagen zu lassen, was zum Abnehmen der gepressten Ziegel erforderlich ist. Diese Form ist von Gusseisen und mit einer 7 bis 8 mm. starken Schicht von Gyps bedeckt. Die obere Hälfte der Form E ist an dem Stempel F angeschraubt, dessen Führung durch G geht und sich auf und nieder be-

[1]) Eine genaue Zeichnung der Schmerber'schen Falzziegelpressen nebst Erläuterung dazu findet sich in der Publication industrielle von Armengaud aîné Tom. Pl.

Digitized by Google

wegen lässt; an F ist eine durch den Presskopf G hindurch gehende runde Stange angebracht, an welcher bei I mit drei Schrauben ein Ring befestigt ist. Auf diesem Ringe liegen die Druckgewichte Z, und es werden diese nebst F von dem Presskopf G mit in die Höhe genommen, sobald G diesen Ring antrifft. Unterhalb ist an G ein vorspringender Rahmen angebracht, welcher die ganzen über die Form des Ziegels vorstehenden Thontheile beim Pressen abschneidet. Auch der obere Theil der Form ist mit einer Gypsschicht belegt. Zwischen E und D ist der Durchschnitt eines gepressten Ziegels ersichtlich. K sind Leitungen, welche durch die mit dem Presskopfe durch Schraubenbolzen verbundenen Zugstangen T

Fig. 48.

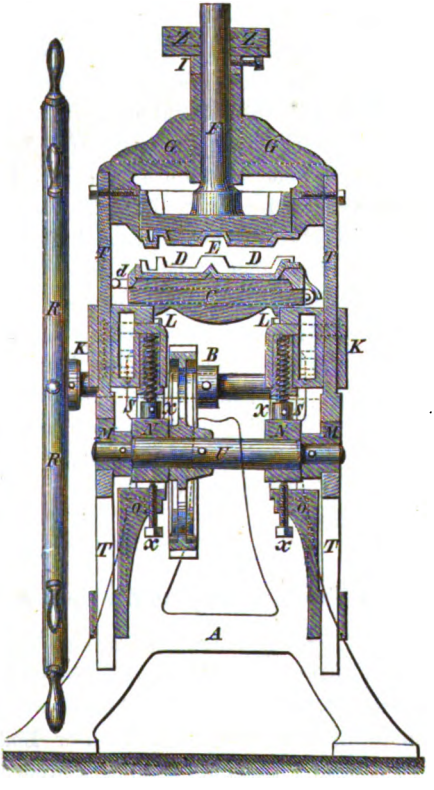


oberhalb hindurchgehen, und O Leitungen, welche diese Stangen unterhalb umschliessen. Bei L sind die Leitungen K an den Presstisch angeschraubt. Die Zugstangen T, welche den Presskopf tragen, sind mit Höhlungen versehen, in denen die excentrischen Scheiben M der Welle N liegen; N erhält

Digitized by Google

seine Drehung durch ein Rad P, in welches ein Getriebe an der Welle U eingreift. U wird entweder durch ein Schwungrad R oder durch Riemscheiben in Umdrehung gesetzt, und damit je nach der verschiedenen, an der Presse zu verrichtenden Arbeit die Räder ausgewechselt werden können, sind die Lager S für die Welle U verstellbar eingerichtet. N sind die Zapfenlager für die Welle U. Die Schrauben X über und X unter diesen Lagern dienen dazu, die Stärke des gepressten Dachziegels zu reguliren und das Abschneiden des über die Ziegelgrösse vorstehenden Thones zu veranstalten. e ist ein am Schlitten angebrachter Griff, um denselben auf seiner Leitung vor und zurück bewegen zu können.

Fig. 48a.



Was die Arbeit mit der beschriebenen Presse betrifft, so wird zunächst der Schlitten C auf dem Presstische soweit vorgezogen, bis er an die vordere Seitenwand antrifft, hierauf eine Thonschicht aufgelegt, welche den ganzen unteren Theil der Form bedeckt, und der Schlitten unter die

Digitized by Google

Presse geschoben, bis er an die Hinterwand anstösst, wo er dann die richtige Stellung gegen die beweglichen Presstheile erhalten hat; dann wird das Rad R gedreht. Es wird dabei der Presskopf heruntergeschoben, der obere Theil der Form setzt sich auf den unteren auf, und es wird durch Aufhebung des Gewichtes Z der Ziegel gepresst, indem sich G über die untere Form wegschiebt und dabei den überflüssigen Thon abschneidet. Bei fortgesetzter Drehung wird zuerst G von der Form abgehoben, während F noch auf der Form liegen bleibt, und der Ziegel, mit seinen Seitenwänden an G liegend, aus dem Presskopfe herausgedrückt; ist dies erfolgt, so stösst G oberhalb gegen I und erfolgt nun auch die Abhebung des Formdeckels, worauf der Schlitten e ausgezogen und der fertig gepresste Ziegel durch Umlegen von D auf ein Brettchen abgelagert werden kann. Die Presse kann des leichteren Transportes wegen auch auf einem wagenförmigen Gestelle befestigt werden.

In einigen Gegenden Frankreichs hat man zum Formen der Dachziegel, so z. B. in der mechanischen Ziegelei von Montchanin, statt der mit Gyps ausgegossenen Modelle beölte Metallformen in Anwendung gebracht, weil die dort vorhandene sehr magere Ziegelerde das Pressen in Gypsformen nicht gestattete. Solche Metallformen haben besonders in Frankreich die Formen aus Gyps fast ganz verdrängt, weil man glaubte, dadurch einen beachtenswerthen Fortschritt gemacht zu haben.

Die Erfahrung hat nun aber gelehrt, dass die mit Oel gepressten Falzziegel trotz eines schöneren äusseren Aussehens bei weitem nicht so dauerhaft sind, als die in Gyps gepressten, da sie sich nach wenigen Jahren durch den Einfluss des Frostes abschiefern; so kam man zu der Ueberzeugung, dass die wenig plastische Erde (terre dure) in Oelformen gepresst zur Herstellung von Falzziegeln einen sehr zweifelhaften Werth besitzt, und kehrte daher zu einer mehr plastischen weicheren Erde (terre molle) zurück, die man wie bisher wieder in den Schmerber'schen Pressen mit Gypsformen anfertigt.

4. Vom Trocknen der Ziegelwaaren.

Das Trocknen der Ziegel geschieht theils auf freier Erde, theils auf Trockengerüsten. Auf freier Erde pflegt man die frisch geformten Ziegel, besonders die gemeinen Mauerziegel zu trocknen, wenn es der Raum gestattet, welchen man für eine Ziegelei hat. Der Boden muss aber zu diesem Zweck durch Ebnen, Feststampfen und Bestreuen mit feinem Sande vorgerichtet werden, oder es muss wenigstens, der von seiner rauhen Decke befreite Lehmboden sein. Man bringt die gemeinen Backsteine dahin reihenweise in kleinen Zwischenräumen von 3—6 cm., indem man sie auf die blosse Erde mit den hohen Kanten aufstellt; alle feineren Ziegel werden aber flach neben einander auf Unterlagsbrettchen hingelegt.

Digitized by Google

Haben die Lehmsteine die halbe Trockenheit erlangt, so dass sie mit der Hand ergriffen werden können, ohne sich mehr zu krümmen oder einen Eindruck zu erleiden, so nimmt man sie vom Boden und stellt dieselben mauerförmig zum völligen Trocknen zusammen. Das Trocknen muss im Schatten geschehen und zwar am besten mit gelindem Luftzug unter vollständiger Abhaltung des Regens, und daher sind Trockenscheunen mit solider Bedachung zu empfehlen. Diese Trockenscheunen mit weit vorspringendem Dachrand liegen am besten von Süd nach Nord, um an ihren Langseiten Ost und West zu haben, wobei sie der meist vorherrschenden Luftströmung ausgesetzt sind; um den mit zu trocknender Waare besetzten Raum gegen zu lebhafte Windströmung, gegen Sonnenschein und gegen allenfalsigen Strichregen schützen zu können, werden gegen Westen und Osten verstellbare Bretterklappen oder Läden an den Trockenschuppen angebracht, während die Giebel im Nord und Süd entweder ganz mit Brettern verschlagen oder im untern offenen Theil mit vorspringendem Schutzdache versehen sind.

Für feinere Ziegelwaaren ist es räthlich, eigene sehr einfache, vorherrschend aus Latten konstruirte Trockengerüste unter einem schützenden Dache zu benützen, deren Anordnung zwar äusserst verschieden sein kann, keineswegs aber irgend eine konstruktive Schwierigkeit bietet.

Nach Heusinger-Waldegg[1]) stellt man in neuerer Zeit auch Trockengerüste mittelst Telegraphendraht her, wozu Ausschussdraht und Abfälle aus den Drahtfabriken billig bezogen werden kann. Transportable eiserne Trockengerüste werden von A. Eckhardt sowohl für natürliche wie auch künstliche Trocknung empfohlen[2]).

Das Trocknen von Lehmsteinen im Freien wird, je nachdem man es mit fetter oder magerer Ziegelerde zu thun hat und je nachdem eine trockene oder sehr nasse Witterung vorherrscht, in kürzerer oder längerer Zeit vollzogen sein; im allgemeinen nimmt man an, dass bei günstiger trockener Witterung die handgeschlagenen Ziegel 14 Tage, bei ungünstiger 3 Wochen, bei schlechter noch länger brauchen um „lufttrocken" zu werden.

Gewöhnliche Lehmsteine verlieren durch das Trocknen an der Luft ihr Verdunstungswasser, das dem Gewichte nach annäherungsweise und im Durchschnitt auf 33 pCt. angenommen werden kann, der zurückgebliebene Wasserhalt, der theils als mechanisch, theils als chemisch gebunden im lufttrockenen Steine zurückblieb, kann nur durch künstliche Wärme entfernt werden. Letzteres erfolgt entweder durch den dem Brennen vorhergehenden Schmauchprozess oder durch eigens konstruirte Trockenöfen.

---

[1]) Die Ziegelfabrikation 1876 S. 231.

[2]) Näheres Notizblatt 1878. S. 336.

Digitized by Google

Der sogenannte Schmauchprozess wird beim Brennen der Ziegelwaare eine weitere Erwähnung finden.

Eine Trocknung unter Anwendung von höhreren Wärmegraden lässt sich häufig schon erreichen, wenn bei den dazu geeigenschafteten Brennöfen, neben und über denselben, die beim Brande nicht ausnutzbare, durch Leitung und Strahlung freiwerdende Wärme zum Trocknen verwerthet wird; auf diese Weise lassen sich oft schöne Trockenräume gewinnen, wie dies besonders geschickt bei den Ziegelöfen von Fickentscher und Menzing geschehen ist[1]).

Andererseits wurde vorgeschlagen, um den Winterbetrieb in den Ziegeleien zu sichern, wobei sehr grosse Quantitäten von Ziegelwaaren zu trocknen sind, eigene Trockenkammern zu bauen und in diese erhöhte Wärmegrade einzuleiten.

Bei solchen Anlagen ist es vor Allem nothwendig, sich darüber klar zu werden, nach welchen Grundsätzen überhaupt bei Trockenprozessen mit künstlicher Wärme zu verfahren sei, und sind hier zwei Momente ins Auge zu fassen: 1. die zum Trocknen verwendete Luft muss sich nach Bedürfniss so reguliren lassen, dass sie nach und nach zu höheren Graden gesteigert werden kann; — ein zu schnelles Zunehmen der Hitze würde auf frisch geformte Thonwaaren eine zerstörende Wirkung äussern —; 2. muss für einen ausreichenden Luftwechsel Sorge getragen werden, damit die mit Wasserdämpfen geschwängerte Luft immer wieder durch trockene warme Luft ersetzt werden kann; — ohne einen genügenden Luftwechsel ist ein normaler Trockenprozess gar nicht möglich —.

Handelt es sich darum feinere Ziegelwaaren (Terracotten), wie Gesimsstücke, Füllungen, Reliefs, ganze Figuren etc. mit Erfolg zu trocknen, so geschieht dies wohl in eigens eingerichteten Trockenkammern, deren Innenraum durch eine von aussen angebrachte Heizung erwärmt werden kann. Die von der künstlichen Wärme beim Trocknen sich entwickelnden Wasserdämpfe würde die Luft in der Trockenkammer in kurzer Zeit sättigen, wenn nicht für Zuströmen trockener und Abströmen der zum Trocknen verbrauchten Luft gesorgt wird.

Es wird hier auf die in dem Abschnitte „Holz“ dargestellten Trockenkammern verwiesen, die mit den nöthigen Modifikationen sich auch zum Trocknen von Terracotten eignen dürften.

Ferner sei hier noch erwähnt, dass das Trocknen sehr grosser Stücke eine ganz besondere Vorsicht nothwendig macht, die darin gipfelt, dafür Sorge zu tragen, dass die trocknende Wirkung der zugeführten Luft allseits eine möglichst gleiche sei.

Handelt es sich aber darum, in Ziegelfabriken durch künstliches Trocknen den Winterbetrieb zu ermöglichen, oder sich überhaupt vom

---

[1]) Siehe diese S. 298 f.

Digitized by Google

Wetter vollständig unabhängig zu machen, so werden Anlagen nothwendig, die immer bedeutende Kosten beanspruchen und die fabrizirten Produkte im Preise nicht unbedeutend vertheuern.

Die Aufgabe, die dann durch den künstlichen Trockenapparat gelöst werden muss, ist eine ausserordentlich grosse. Das Verdunstungswasser eines frisch geformten Backsteins kann im Durchschnitte auf 33 pCt. seines Trocken-Gewichtes angenommen werden, und setzt man diesen Prozentsatz für Maschinensteine auf 22,5 pCt. herab, so ergiebt sich, dass für 1000 Backsteine 788 k. Wasser zu verdunsten sind, wobei das Gewicht eines Steins auf 3,5 k. angenommen wurde.

Um 1 k. Wasser von 0° in Dampf zu verwandeln, sind 610 Calorien erforderlich, was für 788 k. Wasser 48 068 Calorien ergiebt. Da nun 1 k. Steinkohlen = 7500 Calorien zu setzen ist, so ergeben sich unter der obigen Voraussetzung $\frac{48068}{7500} = 64$ k. Steinkohlen, um 1000 Maschinensteine lufttrocken zu machen.

Um diese rein theoretische Annahme auf eine annehmbarere Voraussetzung zu übertragen, hat Dr. Seger berechnet, dass, wenn die äussere Luft, von 4,5° bis auf 20° künstlich erwärmt, zum Trocknen von 1000 Steinen verwendet werden soll, dies nur mit einem Aufwande von 105 k. Steinkohlen geschehen könne.

Ferner hat er ermittelt: um die aus den 1000 Steinen entwickelten Wasserdämpfe zu beseitigen ist

bei	20°	die Zuführung	von	60952	cbm. Luft nothwendig
-	30	-	-	30 661	- -
-	40	-	-	16 946	- -
-	50	-	-	10 090	- -
-	60	-	-	6 304	- -
-	70	-	-	4 117	- -
-	80	-	-	2 757	- -

und folgt hieraus, dass das für eine Trockenanlage erforderliche Luftquantum zwar mit der Erhöhung der Temperatur bedeutend abnimmt, aber selbst bei mässig hohen Temperaturen immer noch sehr beträchtlich ist.

Aus diesen theoretisch entwickelten Resultaten lässt sich der Schluss ziehen, dass zwar der Aufwand an Kohlenverbrauch nicht so bedeutend ist, um die Anlage von künstlichen Trockenanlagen unter allen Umständen in Frage zu ziehen, wohl aber lassen sich Bedenken erheben, auf welche Weise die äusserst bedeutenden Luftmengen, die bei niedern Temperaturen nothwendig werden, um die Unmasse der sich bildenden Wasserdämpfe fortzuschaffen, zu bewältigen sind; wir stehen hier vor der Alternative: entweder die Anlage eines ungemein weiten und hohen Schornsteins oder die Beschaffung und Inbetriebsetzung von Ventilatoren; beides aber ist mit sehr bedeutenden Kosten verknüpft.

Die in neuester Zeit in die Praxis übergegangenen **Trockenapparate**

Digitized by Google

für Ziegelwaaren sind von Winn und Mytinger in Philadelphia und von Rühne in Berlin konstruirt; diese Einrichtungen sind jedoch nicht ganz neu und finden sich mehrfach in englischen und schottischen Chamottefabriken angewendet.

Bei Winn wird ein mit Steinplatten gepflasterter Boden durch hin- und wiederkehrende gemauerte Heizkanäle erwärmt, die mit eigenen Schürstätten in Verbindung stehen. Für gewöhnliche Mauerziegel, welche unmittelbar auf dem erwärmten Boden geschlagen und geformt werden, ist eine solche Trockenvorrichtung von Vortheil, besonders, wenn die Mittheilung zuverlässig ist, dass der Aufwand an Brennmaterial nur gegen 90 Pf. betrage, um 1000 Ziegelsteine lufttrocken zu machen.

Aehnliche Trockenvorrichtungen dienen auch zum Trocknen derjenigen Ziegelerden, die zermahlen auf Trockenpressen verarbeitet werden.

J. F. Rühne in Berlin trocknet mit abgehendem oder direktem Dampf, sein Apparat besteht im wesentlichen aus dünnen Eisenblechplatten, welche durch eine einfache Vorrichtung successive höher, mittelst Dampf oder auch mittelst Kondensationswasser erwärmt werden, je nachdem die darauf gestellten Ziegel oder andere Thonwaaren es vertragen können. Dadurch — sagt Rühne — dass man, anstatt Regale im ganzen Raum zu benutzen, nur den Fussboden dicht besetzt, erzielt man bedeutende Wärmeersparniss! Ohne die Kosten anzugeben, die das künstliche Trocknen der Ziegelwaaren im Gefolge hat, wird noch mitgetheilt, dass der Rühne'sche Dampftrockenapparat in 24 Stunden die direkt von der Ziegelpresse kommenden Steine so lufttrocken macht, dass sie sofort im Ringofen gebrannt werden können.

Der Trockenofen von Otto Bock arbeitet nach den vorliegenden Berichten kontinuirlich und verhindert es, dass die einmal aus den Ziegelwaaren entwickelten Wasserdämpfe sich wieder kondensiren können, andererseits verlässt die Waare nur in vollständig trockenem Zustande den Apparat. Die Haupteinrichtung besteht aus einem lang gestreckten Kanal, dessen Endöffnungen durch eiserne Thüren luftdicht verschliessbar sind. Der Boden dieses Kanals wird in seiner grössern Länge und zwar vom Schornsteinende ab durch Eisenplatten gebildet, welche auf doppel-T-förmigen Trägern lagern und mit einander verbunden sind. An dem, dem Schornsteinende entgegengesetzten Endpunkte des Trockenkanals befindet sich eine Feuerung; die Verbrennungsgase ziehen unter dem Eisenboden nach dem Schornsteine ab, und da die Temperatur derselben allmälig abnimmt, so muss auch die Temperatur in dem Trockenofen nach dem Schornsteine zu geringer werden.

Auf dem Boden von Eisenplatten befindet sich ein Schienengeleis, auf dem sich die besonders konstruirten Trockenwagen mit frisch geformten Ziegelsteinen und dergleichen mehr langsam fortbewegen. Die Temperatur des Ofens, die sich am Anfange von der der freien Luft kaum unterscheidet,

Digitized by Google

nimmt langsam zu mit der Fortbewegung der Wagen; die Entwickelung der Wasserdämpfe beginnt an den äussern Flächen der Ziegel und die trocken gewordenen Stellen saugen immer mehr Feuchtigkeit aus dem Innern der Steine heraus.

Der Abschluss des Trockenofens nach oben hin ist wiederum durch Eisenplatten bewirkt; durch eine Oeffnung in dieser Decke steht der Ofen nun mit dem Schornsteine in Verbindung; diese Oeffnung aber liegt soweit zurück, dass alle Wasserdämpfe gezwungen werden, in der Richtung nach dem Feuer oder der Ausfahrtsöffnung zu ziehen, wodurch sie natürlich immer wärmer werden und sich nicht kondensiren können. Diese Dampföffnung führt in einen Kanal, der durch die Eisendecke und das Gewölbe gebildet wird, über den ganzen Ofen hinweg nach dem Schornsteine führt und in ein Dampfrohr mündet, in welches die Wasserdämpfe einströmen. Dieses Dampfrohr, umschlossen von dem eigentlichen Schornsteine, wird also von den Feuergasen umspielt.

Die Verschlussthür des Ofens am Schornsteinende ist mit Ventilen versehen, um frische Luft einströmen zu lassen und eine lebhafte Bewegung in dem Ofen herzustellen.

Es liegt auf der Hand, dass dies Verfahren die gestellten Anforderungen zu erfüllen geeignet ist; umfassende Experimente sprechen — wie die Berichte mittheilen — für seine Brauchbarkeit, und sind derartige Trockenöfen vielfach in Betrieb gesetzt.

Das Trocknen der Lehmsteine kann nur bei günstiger Witterung in geregeltem Grade vor sich gehen, die Zeit, die ein gewöhnlicher, mit der Hand geschlagener Lehmstein zum Trocknen erfordert, ist im Durchschnitt auf 14 Tage zu veranschlagen, wobei er an Gewicht bedeutend verliert; der Frost zerstört die noch nicht ausgetrockneten Lehmsteine vollständig, und ist demnach die Ziegelfabrikation in den meisten Fällen nur in den Monaten möglich, die vollkommen frostfrei sind; in neuerer Zeit hat man vielfach die Abhitze der Ziegelöfen mit zur Trocknung benutzt, wodurch denn auch ein Winterbetrieb in den Ziegeleien mehr oder weniger ermöglicht wird; dies Trocknen der Ziegelwaare wird bei den betreffenden Ofenkonstruktionen noch besonders behandelt werden und verweisen wir darauf.

5. Das Brennen der Ziegelwaaren.

Hat die Fabrikation der Ziegelwaaren, seitdem intelligente Männer mit diesem wichtigen Industriezweige sich befasst haben, ganz unverkennbare und schätzenswerthe Fortschritte gemacht, so bestehen diese doch vornehmlich in den nie geahnten Erfolgen, welche die allerneuesten Brennmethoden erzielt haben; um das Fortschreiten in dieser Sparte der Technik so recht deutlich hervorzuheben, sollen auch die einfachen Oefen, wie solche gegenwärtig noch immer und meistentheils im Gebrauch sind, ebenfalls vorgeführt werden.

Digitized by Google

Das einfachste und wohlfeilste Verfahren, Ziegel zu brennen, blieb bisher das Brennen in sogenannten Meilern (Feldbrände). Namentlich sind es die Flammländer, die, ganze Familien bildend, auf irgend einem offenen Felde, wo Lehm vorhanden ist, ihre Ziegelfabrikation beginnen. Sie formen und trocknen im Freien nur auf halbweg geebnetem Terrain. Mit der trocknen Waare setzen sie in der Form einer grossen abgestumpften Pyramide ihre Luftsteine (trockene Lehmsteine) zu einem grossen Haufen zusammen. Man beginnt damit, den Boden, auf dem die Ziegel so massenweise aufgesetzt werden sollen, zu ebnen; unten im Haufen werden Schürgassen gestellt und diese mit leichtentzündlichem Brennstoff und Steinkohle gefüllt, über diese Schürgassen kommen abwechselungsweise Schichten von Luftsteinen und Kohlenklein zu liegen, während zwischen die Fugen der Steine ebenfalls Steinkohlenstücke eingeworfen werden. Ist der Haufen zur Hälfte aufgebaut, so wird das Brennmaterial in den Schürgassen entzündet und dadurch die untern Schichten in Brand gesetzt, während die Setzer das Aufbauen des Meilers fortsetzen; die äusseren Schichten, die die umschliessenden Wände bilden, müssen besonders vorsichtig aufgestellt werden, damit ein Einsturz nicht erfolgt, und werden diese letztern schliesslich mit einem Mörtel von Lehm überstrichen.

Die Ziegel der untern Schichten sind im Brand begriffen, während die Leute auf dem Meiler fortarbeiten, hierdurch wird die Arbeit eine beschwerliche, und muss für Ablösung der Setzer gesorgt sein; immerhin wird aber Zeit dadurch erspart. Man setzt die Meiler gern an eine gegen den Wind geschützte Stelle oder bedient sich hoher Wände, mit Beihülfe von Strohmatten konstruirt, mit denen man den brennenden Haufen gegen die Luftströmungen zu schützen sucht; auch öffnet und schliesst man wohl die Feuerzüge am Fuss des Ofens, um den Zug zu reguliren; da die Ziegel in der Mitte des Ofens einer stärkeren Hitze ausgesetzt sind, wie die der Umfassungswände zunächst liegenden, so tritt ein ungleiches Schwinden ein und es senkt sich der Meiler in der Mitte, weshalb bei seinem Aufbau auf eine Erhöhung der hier sich befindenden Schichten Rücksicht zu nehmen ist. Die Grösse der Meiler ist nach Bedürfniss eine sehr verschiedene, sie sind schon bis zu 500 000 Steinen hergestellt worden, und erforderten solche eine 20—25 Tage lange Brennzeit.

Zu bemerken ist noch ferner, dass das Brennmaterial mit mehr Oekonomie nicht verwendet werden kann, die Hitze erscheint vollständig geschlossen und wirkt gegen die obern Schichten vorwärmend ein; dabei fällt das grosse Anlagekapital anderer Etablissements mit permanenten Bauten ganz ausser Rechnung.

An Brennmaterial pro 1000 Steine berechnet man 1,5—2 Kilogramm Kohlenklein (Gries) und 0,75 Kilogramm Stückkohle, an Geldwerth in München circa 3 Mark, die Herstellungskosten der Ziegel in Feldbränden belaufen sich am Rhein incl. aller Arbeit und Brennmaterial auf circa

Digitized by Google

11 Mark, der Verkaufspreis je nach der Güte der Waare auf 16 bis 24 Mark.

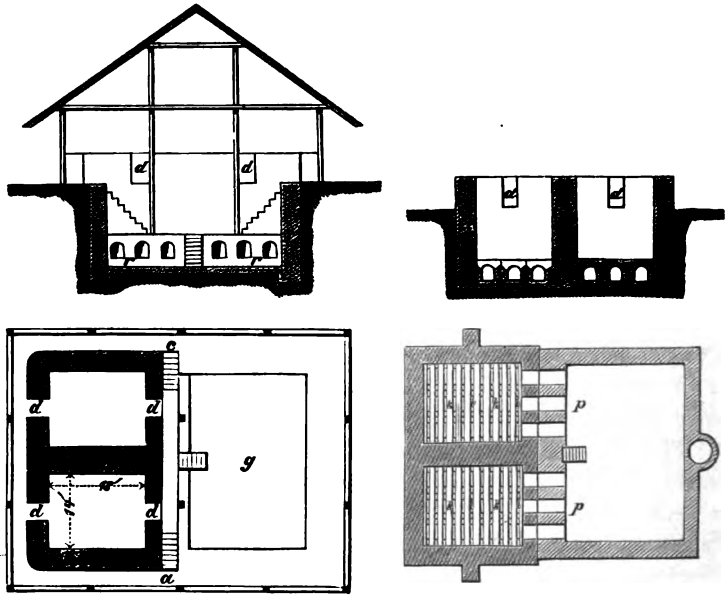
Die grossen Vortheile, welche man durch diese Brennmethode erreicht, werden zum grossen Theil durch die Nachtheile wieder aufgehoben; sie giebt keine gleichmässige Waare; während im Innern die Steine oft zu stark gebrannt sind, so dass sie theilweise geschmolzen erscheinen, sind die zunächst den äusseren Umfassungswänden stehenden fast gar nicht vom Brand erhärtet, so dass sie zum theil ganz unbrauchbar sind; es ist somit natürlich, dass ein und derselbe Brand kleines und grosses, dünnes und dickes Format liefert, wobei noch häufig durch das ungleiche Sichsetzen des Meilers, auch durch den Druck der oberen auf die unteren Schichten sehr viel Bruch entsteht; endlich macht sich in vielen Fällen der Schwefelgehalt der Steinkohlen sehr geltend; schlecht und mittelgebrannte Ziegel leiden dann durch die Auswitterung schwefelsaurer Salze, die die Oberfläche der Steine ganz zerstört; dann werden viele Steine schorfig, indem unvollkommen verbrannte Kohlentheile und Asche sich fest an dieselben anhängt und haften bleibt. Im allgemeinen zieht man es daher vor, das Brennen der Ziegelwaare in ordentlich konstruirten Oefen vorzunehmen. Solcher Ofenkonstruktionen giebt es nun eine sehr grosse Masse und sie unterscheiden sich, je nachdem sie für Holz-, Torf- oder Kohlenfeuerung eingerichtet sind, durch verschiedene Anlage der Feuerung und des Brennraumes; weiteres lassen sie sich unterscheiden in offene und geschlossene Oefen, dann in periodische und kontinuirliche.

Offene Ziegelöfen sind nur zum periodischen Betriebe zu gebrauchen, und werden die Oefen dieser Art fast ausschliesslich in Süddeutschland bis zur Stunde noch immer benützt; man verbindet in der Regel zwei solcher Oefen mit einander; während der eine im Brand begriffen ist, wird der andere dazu vorbereitet, so dass die, die beiden Oefen trennende Mittelmauer stets erwärmt bleibt, so lange natürlich der Betrieb währt. Fig. 49 stellt einen **Münchener Doppel-Ziegelofen** dar; die Grössenverhältnisse sind überall eingeschrieben; die Oefen liegen vertieft in der Erde; vor a c befindet sich der Vorraum g, ebenfalls vertieft und von Mauern umschlossen dient er zum Brennholzplatz und zum Schürraum. Die Einschüren (p p) haben eine Länge von 2,75 Meter, um einen kräftigen Luftstrom zu erzielen; diese Länge ist durch eine 1,75 Meter breite Mauervorlage vor der Hauptmauer gewonnen, die man den Hals nennt und die nur die nöthige Höhe für die Einschürlöcher besitzt. Jeden Ofen durchstreichen drei durchbrochene überwölbte Feuerkanäle; die kleinen Bogenwölbungen, je 18 cm. weit von einander entfernt, nennt man die Bänke (k k), und zwischen denselben tritt das Feuer gleichmässig zertheilt in den Brennraum durch die Schlitze l l ein; eine weitere Vertheilung der Flammen wird durch das Einlegen der sogenannten Kette über den Bänken erzielt, und besteht diese aus einer auf die hohe Kante gestellten regelmässig

Digitized by Google

durchbrochenen Steinschicht, über die Sohle des ganzen Ofens sich ausbreitend; die sattelförmige Abdachung der Feuermauern zwischen den Bänken bezweckt, die Flamme auseinander zu führen. Ueber der Kette (Ofenflur) wird nun der Ofen mit den vollkommen getrockneten Lehmsteinen, je 4 Stück im rechten Winkel auf hoher Kante übereinander stehend, vollständig gefüllt, so dass 3—5,5 cm. starke Fugen zwischen allen Steinen verbleiben. Die obern Schichten werden flach eingelegt und finden auch wohl hier die zu brennenden Dachziegel ihren Platz; die oberste Decke besteht aus Ziegelbrocken und Lehmerde und bildet den sogenannten Beschlag, in dem hinreichend viele Unterbrechungen verbleiben, um den Rauch durchzulassen; auf diese Weise wird das Feuer durch eine Art Decke zurückgehalten. d d sind die Oeffnungen zum Ein- und Auskarren der Steine und werden vor dem Beginn des Brandes zugemauert.

Fig. 49.



Man fängt nun den Brand mit ein- oder zweimal gespaltenen Tannenholzscheiten als Schmauchfeuer an, geht dann zum Hell- und Hochfeuer über, bis die oberen Steine die Rothgluth zeigen, dann werden die Schürlöcher vermauert, und wird die Decke durch weiteres Aufwerfen von theilweise schon gebrannter Lehmerde noch mehr geschlossen. Später erfolgt durch Oeffnen der Schürlöcher die nach und nach erfolgende Abkühlung. Jeder dieser Oefen liefert 18—20 000 gebrannte Steine, die Brennzeit beträgt

Digitized by Google

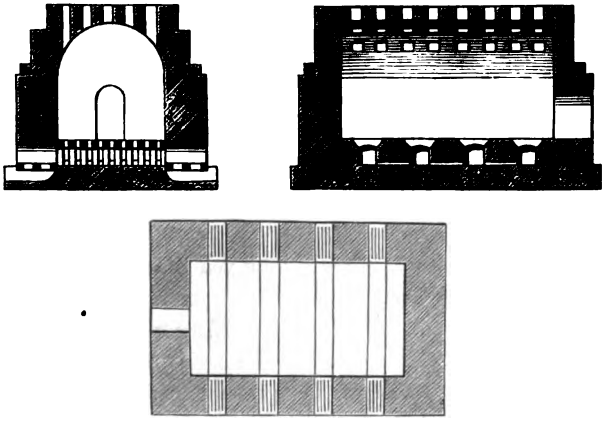
72 Stunden (3 Tage und 3 Nächte), und wird an Brennmaterial pro 1000 Backsteine fast eine Klafter Holz gebraucht.

Für das Schlagen der Steine, Ein- und Austragen in die Oefen nebst Brennerlohn wird in München pro 1000 Steine 10 ½ Mark bis 11 Mark bezahlt, dazu 3 Steer Holz im Werthe von 20 Mark, so beträgt der Selbstkostenpreis 30 ½ Mark bis 31 Mark, wobei eine Amortisation an Grund und Boden, an Gebäuden und Geräthen, sowie die Ausgaben für Aufsicht nicht mit berechnet sind.

Geschlossene Ziegelöfen nennt man im allgemeinen die mit gewölbten Decken versehenen; entweder ist das Gewölbe durchbrochen, so dass der Rauch durch diese Durchbrechungen abzieht, oder es sind eigene Schornsteine dafür angelegt; der gewöhnliche holländische Ziegelofen repräsentirt die erste, der kasseler Flammofen die zweite Kategorie dieser Oefen.

Der **holländische Ziegelofen** kommt in sehr verschiedenen Variationen vor, je nachdem er für Holz-, Torf- oder Steinkohlenfeuerung eingerichtet werden soll; man baut ihn so, dass entweder nur an einer Langseite die Einschüren sich befinden oder an beiden; im letztern Fall richtet

Fig. 50.



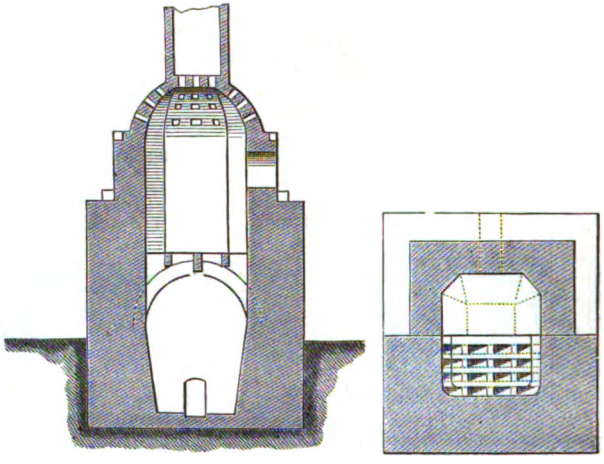
man die Oefen für Torf- oder Steinkohlenfeuer auf 3,42—4,10 Meter Tiefe ein und ist eine Rostanlage mit Aschenfall erforderlich. Bei Holzfeuer ist die Rostanlage nicht absolut nothwendig, und reicht bei Anlage der Einschüren nur nach einer Langseite eine Tiefe von 4,10 — 4,40 Meter für den Ofen aus; die Höhe der Oefen ist nicht über 4,78—5,13 Meter zu nehmen, die Länge kann sehr verschieden gewählt werden, so dass vier-, fünf- und sechsschürige Oefen entstehen, wobei man die Schürlöcher in Entfernungen von 1,88—2,05 Meter von Mitte zu Mitte sich wiederholen lässt.

Digitized by Google

Die Durchbrechungen im Gewölbe können dazu dienen, das Feuer nach der einen oder anderen Seite, je nach Bedürfniss, zu führen, indem man sie theilweise durch darüber passende Steine schliesst oder öffnet.

In Fig. 50 ist ein vierschüriger Ofen dargestellt mit ähnlichen Bänken, wie sie der Münchener Doppelofen zeigt; der Brenneffekt im gewölbten holländischen Ziegelofen ist nicht höher anzuschlagen, als beim ganz offenen Münchener Ofen; das Gewölbe des ersteren, das netzartig durchbrochen ist, kann die Hitze keinesfalls besser zurückhalten, als dies bei der Erddecke des letzteren der Fall ist, und so wird die geschlossene Decke zu etwas sehr Illusorischem.

Fig. 51.



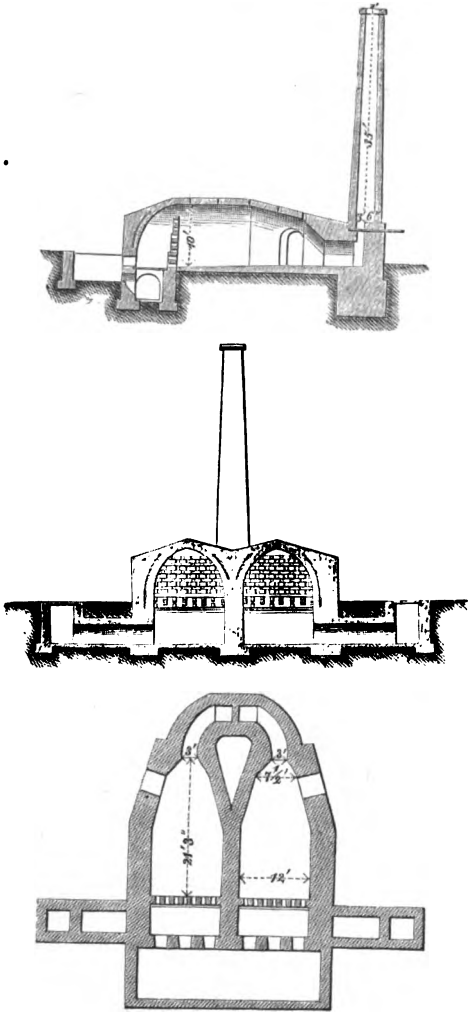
Erkennend, wie gross bei Anwendung von Ziegelöfen mit durchbrochen gewölbten Decken der Wärme-Verlust ist, legte man über dieselben einen zweiten Brennraum an und erhielt so die **Etagenöfen,** wie dies Fig. 51 verdeutlicht. Der untere Raum wird dann in den meisten Fällen zum Kalkbrennen verwendet, während die äusserst bedeutende Abhitze immer noch genügt, eingesetzte Lehmsteine in der oberen Etage gar zu brennen. Einige Hülfseinschüren im Etagenofen selbst noch anzulegen, ist immerhin räthlich, um nöthigenfalls eine erhöhtere Wirkung des Feuers zu erzielen. Das Prinzip der Etagenöfen wurde in den Porzellanbrennöfen weiter verfolgt und ausgebildet. (Specielleres giebt Förster's Bauzeitung 1850, Seite 251.)

Unpraktisch ist es, einzelnstehende periodische Ziegelöfen zu erbauen, sie sind in jeder Beziehung unökonomisch, gestatten auch nur einen höchst unterbrochenen Betrieb, man zieht es daher immer vor, wenigstens Doppel-

Digitized by Google

öfen zu errichten, und in diesem Sinne sind auch die **Casseler Ziegelflamm-Oefen** als Doppelöfen construirt. Fig. 52 stellt dieselben dar. Sie sind den vorbeschriebenen Oefen bedeutend vorzuziehen, denn sie haben

Fig. 52.



wirklich vollständig geschlossene Decke, und es zieht bei ihnen der Rauch in eine ziemlich tief gelegte Oeffnung, die mit einem Schieber regulirt werden kann, in den Schornstein ab und insofern ist eine bedeutende Spannung der Hitze im Ofen selbst ermöglicht. Während die bisher be-

Digitized by Google

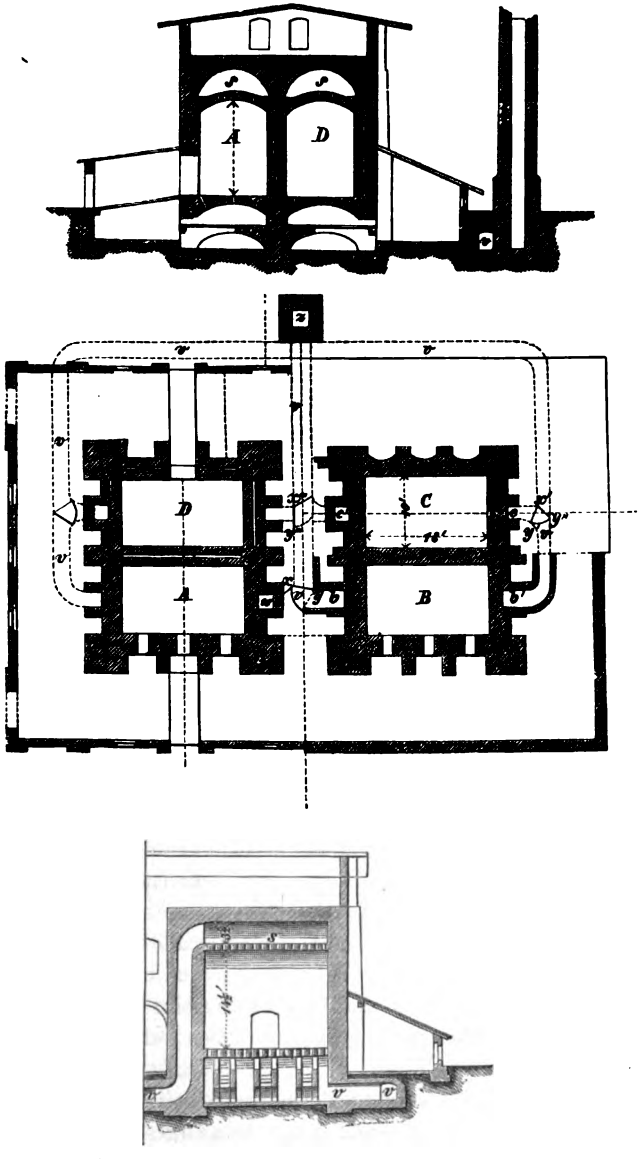
schriebenen Oefen in ihrem Feuer von unten nach oben wirken, wirkt die Flamme bei den Casseler Oefen von vorn, längs durch den Ofen, nach hinten; was die Kette am Boden des Münchener Ziegelofens bezweckt, wird hier durch eine unmittelbar hinter dem Rost sich erhebende vertikale und durchbrochene Wand bewirkt, durch welche das Feuer gleichmässig vertheilt in den Brennraum tritt. Zum Rost führen je 3 Einschürlöcher und mit den Aschenfällen sind Luftkanäle in Verbindung gebracht, die, indem man sie reguliren kann, nach Bedarf frische Luft unter den Rost leiten; die Maasse sind überall in der Zeichnung angegeben. Diese Oefen fassen je 16—17 000 Steine und brauchen an Brennmaterial 80—90 Scheffel Steinkohle und zum Ausbrennen 1 Steer Holz, oder beim Braunkohlenbetrieb 240 Scheffel ohne Holz; der Geldwerth für das Brennmaterial ist somit pro 1000 Steine auf 10—11 Mark zu veranschlagen.

Die Ersparniss beim Brennbetrieb dieser Oefen, im Vergleich zu den Münchener Ziegelöfen, ist einleuchtend; aber es ist jedenfalls wünschenswerth, die immer noch sehr bedeutenden Hitzegrade, die durch den Schornstein ins Freie strömen, da die Rothgluth überall im Ofen verbreitet sein muss, weiter benutzen zu können und damit vorwärmend zu wirken. Auch ist in vielen Fällen ein kontinuirlicher Betrieb wünschenswerth; um dies möglich zu machen, muss die Zahl der Oefen vermehrt werden und so entstanden die **Ziegelöfen mit Ueberfeuerung und continuirlichem Betriebe.** Fig. 53 stellt sie in allen zur Erklärung nothwendigen Schnitten und Massen dar. Je zwei Oefen, durch eine Mittelmauer getrennt, sind zu einer Gruppe von 4 Oefen zusammengestellt; an den Langseiten der Oefen befinden sich vertikal aufsteigende Kanäle von 0,68 Meter im Quadrat-Querschnitt und vermitteln die Kommunikation des Feuerzugs nicht allein unter sich, sondern auch durch entsprechend angeordnete Kanäle im Boden mit dem Schornsteine, der zur Seite des vierfachen Ofenkomplexes seine Stellung gefunden hat. Jeder Ofen ist mit drei Einschüren versehen und hat jede im vorderen Theil Eisen-, im hinteren Theil Steinrost mit grossem, zugreichem Aschenfall; über diesen Einschüren kann sich das Feuer sofort vollständig ausbreiten und wird in der Sohle durch eine Art Kette gleichmässig im Brennraum des Ofens vertheilt, steigt aufwärts und durchdringt das durchbrochene Gewölbe; ein zweites vollständig geschlossenes Gewölbe nimmt die Hitze in dem Raum zwischen diesen beiden Gewölben auf und führt dieselbe durch den auf der Langseite angebrachten Vertikalkanal herab und vermittelt durch den Bodenkanal und Stellung der dort angebrachten Kanalverschlüsse das Eintreten der Hitze in den nächsten Vertikalkanal des zweiten Ofens von unten nach oben, so dass die Hitze in den Raum zwischen den beiden Gewölben des zweiten Ofens eintritt, den Ofen nach unten durchzieht, in den Bodenkanal eintritt und von hier in den Schornstein abgeführt wird. Hierdurch ist es nun erreicht, dass, wenn der eine Ofen im Brand begriffen ist, der zweite Ofen mit dem Abfeuer

Digitized by Google

des ersten vorgewärmt wird, und bildet das durchbrochene Gewölbe im zweiten Ofen wiederum eine förmliche Kette, durch die die eintretende Hitze gleichmässig in ihm vertheilt wird.

Fig. 53.



Digitized by Google

Die Eingangsthüren (Sandthüren) der Oefen werden (in A und D sichtbar) durch kleine Brücken, die über den Vorraum der Einschüren wegführen, begangen resp. befahren; der Raum über den Oefen, durch Gitterwerk luftig gemacht, kann im Winter mit zum Trocknen der Lehmsteine verwendet werden; diese Oefen, in der grossen Ziegelei von Joachimsthal zur Ausführung gebracht, werden hauptsächlich zum Brennen von Hohlsteinen verwendet und hat sich seiner zeit vortheilhaft bewährt. Zur weiteren Erklärung soll der Turnus bezeichnet werden, in dem diese Oefen betrieben werden. Im Ofen A wird gebrannt, der Feuerzug zieht aufwärts durch das durchbrochene Gewölbe, fällt in den Vertikalkanal a' herab bis in den Bodenkanal v; die hier befindliche Schlussklappe x y zwingt ihn in den Vertikalkanal b aufwärts zu steigen; die Hitze tritt von da in den Raum (s) zwischen den beiden Gewölben des zweiten Ofens ein, durchzieht ihn nach unten, durchdringt die Bodenkette des Ofens und wird durch den Kanal v bei der Stellung der Schlussklappe x' y' in den Schornstein (z) abgeführt. Ist A ausgebrannt, B im Vorfeuer gewesen, so wird mit dem Brennen in B begonnen; der Feuerzug zieht aufwärts durch das durchbrochene Gewölbe, fällt in den Vertikalkanal b' herab bis in den Bodenkanal v; die hier sich befindliche Klappe x'' y'' zwingt den Zug in den Vertikalkanal c aufwärts zu steigen; die Hitze tritt von da in den Raum (s) zwischen den beiden Gewölben des dritten Ofens ein, durchzieht ihn nach unten, durchdringt die Bodenkette des Ofens und wird bei c' in den Bodenkanal v bei der Stellung der Schlussklappe x''' y''' in den Schornstein (z) abgeführt. Ist B ausgebrannt, C im Vorfeuer gewesen, so wird mit dem Brennen von C begonnen etc.

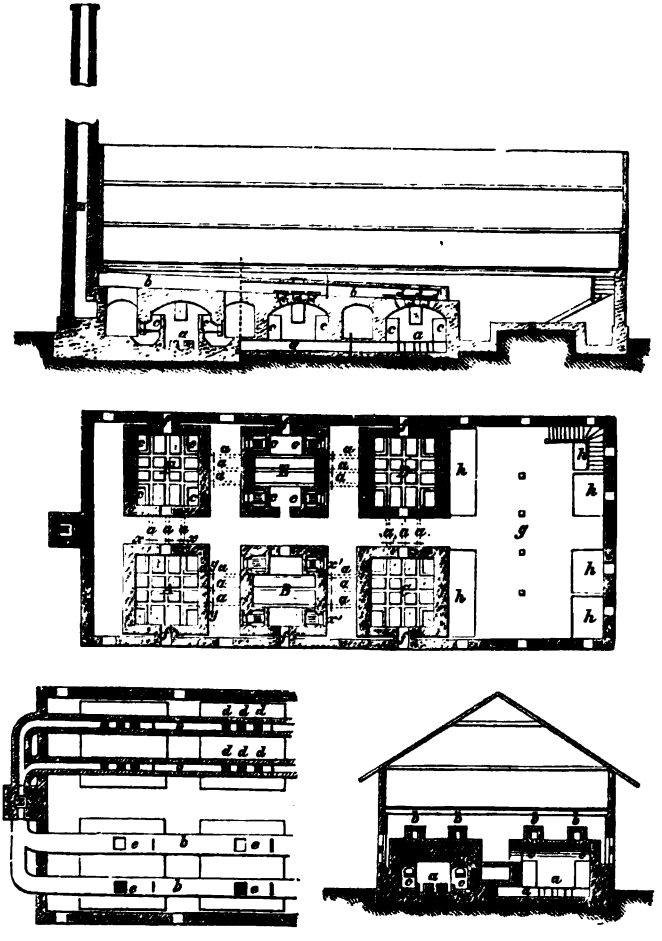
So vorzüglich die eben beschriebenen Oefen in ihrem Prinzip sind, so lassen sie dennoch Manches zu wünschen übrig, die Feuerung befindet sich am Fusse der sehr hohen Oefen, so dass jedenfalls die unteren Steine viel mehr Hitze erhalten wie die oberen, und können wir hier wohl den Schluss ziehen, je höher die Oefen desto langwieriger ist der Brand, der zwar die unten sich befindenden Ziegelwaaren schnell zur Gare bringt, ja häufig schon Schmelz erzielt, aber doch lange braucht, um die obersten Schichten vollständig zu erhärten. Betrachten wir ferner die Länge des Feuerzuges, so finden wir, dass dieselbe sich verändert, je nachdem der eine oder der andere Ofen in Brand sich befindet, dabei ist aber die Höhe des Schornsteins konstant; demnach kann streng genommen der Zug nicht immer ein gleichmässiger sein, da die Länge des Feuerzugs und die Höhe des Schornsteins bekanntermassen in bestimmter Relation stehen. Die Nachtheile hoher und grosser Ziegelbrennapparate einsehend, konstruirte **Fickentscher** und **Menzing** Oefen, die in Fig. 54 dargestellt sind.

Um ebenfalls einen kontinuirlichen Betrieb zu erzielen, sind sechs Oefen, zu je dreien in zwei Reihen nebeneinandergestellt; unten sind diese

Digitized by Google

gewölbten Oefen mit 3 Kanälen (a a a) gegenseitig mit einander verbunden; zur Seite steht der Schornstein (z) und über jede Reihe der Oefen laufen 2 Rauchkanäle (b b) etwas aufsteigend über sie weg und münden in den Schornstein ein. In den Ecken der Oefen befinden sich, mit Rost und Aschenfall versehen, je 4 Einschüren (cc) mit so hoher Feuerwand, dass

Fig. 54.



die Flammen gegen das Gewölbe der Oefen geführt werden; in jedem Gewölbe befinden sich zweimal 3 Oeffnungen (ddd) und münden diese in die über die Oefen hinlaufenden etwas aufsteigenden Kanäle ein, können jedoch durch übergelegte Steinplatten geöffnet oder geschlossen werden; um dies vorzunehmen, befindet sich eine weitere Oeffnung mit Schluss-

Digitized by Google

platte (ee) in der oberen Deckwand der oben erwähnten Kanäle. f sind die Eintrag- oder Sandthüren. Alle Kanäle können mit eisernen Schiebern abgestellt werden. Ferner giebt g den Platz zum Ziegelformen, hh die Lehmsümpfe; endlich befindet sich oberhalb der Oefen, mit einer Treppe verbunden, ein in zwei Etagen übereinanderliegender Trockenboden, dem durch die Kanalöffnungen bei ee durch Fortnahme der Deckplatten viel Wärme zugeführt werden kann, und hauptsächlich gestatten diese Oeffnungen, die Wärme zu benutzen, die beim Abkühlen der gebrannten Waare sonst unbenutzt abzieht.

Der Betrieb der Oefen findet in folgender Weise statt: Ofen A wird gebrannt; die Schieber bei xx sind geschlossen, bei yy geöffnet, bei x' x' geschlossen; die 6 Oeffnungen im Gewölbe des Ofens A sind geschlossen, endlich die 6 Oeffnungen im Gewölbe des Ofens B geöffnet. Das Feuer in den 4 Schüren (c) des Ofens A wird durch den Zug des Schornsteins nun gezwungen, den Ofen A von oben herab zu durchströmen, durch die unteren Kanäle aaa (da die Schieber bei yy gehoben sind) nach Ofen B überzutreten, um diesen von unten nach oben zu durchziehen; es treten dann die Verbrennungsgase durch die Gewölbeöffnungen ddd (da die Schieberplatten weggeschoben sind) in den aufsteigenden Kanal b und von hier in den Schornstein (z). Ist der Ofen A fertig gebrannt, werden die Schieber yy geschlossen und der Brand im Ofen B begonnen und der Turnus nach CDEF und wieder von F nach AB etc., wie eben beschrieben, fortgeführt.

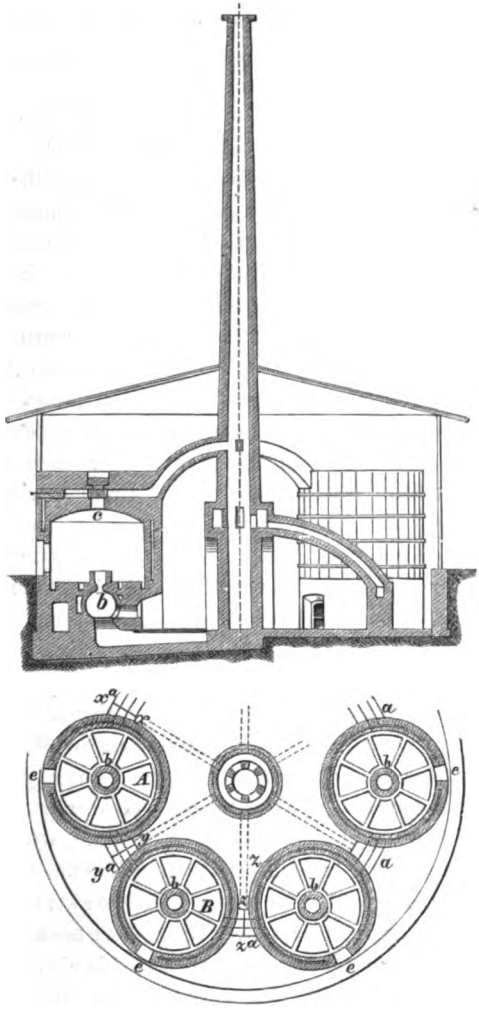
Die Ausnützung der entwickelten Wärme ist bei dieser Anlage ziemlich vollständig geglückt, aber trotz alledem sind zwei Punkte zu erwähnen, die noch gelungener gelöst werden müssen; die Stellung des Schornsteins bringt nämlich den Nachtheil, dass der Feuerzug, je nachdem die Oefen C und D oder die von A und F sich in Brand befinden, im ersten Fall ein langer, im zweiten ein kurzer ist, und dass hierdurch eine verschiedene Stärke des Zugs sich ergiebt, die freilich durch eine Schieberplatte im Schornstein selbst regulirt werden könnte; dann wird dem Trockenraume an einigen Stellen bald eine sehr intensive Wärme zugeführt, während dies an andern Stellen nicht geschieht, so dass ein Umsetzen der zu trocknenden Lehmsteine kaum vermieden werden kann; umständlich erscheint noch die Anlage von 4 Feuerungen bei den verhältnissmässig doch sehr kleinen Oefen, die sich aber dennoch vorzüglich bewährt haben.

Diese erwähnten Nachtheile sind zu vermeiden gesucht bei den Ziegelöfen, die von **Fries** und **Gottgetreu** in München erbaut und patentirt wurden. Um stets gleichen Zug zu erhalten, wurden 6 Rundöfen um einen, im Centrum der ganzen Anlage stehenden Schornstein gestellt. Figur 55 giebt eine Zeichnung dieser Anlage. aaa sind Kanäle, die alle Oefen im unteren Theile in Verbindung setzen und durch Schieber abge-

Digitized by Google

stellt werden können; in jedem Ofen befindet sich nur eine Feuerung (b) und zwar in der Form, die man den Cylindern der Argand'schen Lampen giebt und dadurch eine vollständige intensive Verbrennung erzielt; in dem

Fig. 55.



Gewölbe jeden Ofens befindet sich eine Schieberöffnung (c) mit Verbindungskanal gegen den Schornstein hin. e sind die Sandthüren.

Der Betrieb ist folgender; nachdem die Schieber in den unterirdischen Kanälen bei xx geschlossen, die bei yy geöffnet sind, werden die bei zz

Digitized by Google

wieder geschlossen; die Schieberöffnung im Gewölbe des Ofens A bleibt zu, die des Ofens B ist geöffnet; der Feuerzug wird nun folgenden Weg machen: Im Ofen A brennt das Feuer in b und schlägt durch den Cylinder in der Mitte des Ofens in die Höhe, vertheilt sich durch die in Zwischenräumen aufgestellten und zu brennenden Steine, geht herab durch die in der Ofensohle liegenden Kanäle mit den geöffneten Schiebern yy in den Ofen B, durchströmt diesen von unten nach oben und zieht durch die am Gewölbe sich befindende Oeffnung c bei zurückgezogenem Schieber in den Schornstein ab. Oberhalb der Oefen befindet sich ein Trockenraum; in ihn wird die Wärme eingelassen, die sich beim Abkühlen der Steine entwickelt, indem die Sandthüre nach und nach geöffnet wird und ebenso der zweite Deckel an der Schieberöffnung (c) im Gewölbe des Ofens, wodurch dessen Inneres mit dem Trockenraum in Kommunikation tritt.

Der Effekt, der durch den eigenthümlich geformten Brenner erzielt wurde, hat alle Erwartungen übertroffen und war so intensiv, dass der Raum über demselben beim Einsetzen der Steine freigelassen werden musste, da hier Alles sofort in Schmelz verwandelt wurde; da der Brennraum in seinen, aus feuerfester Thonmasse konstruirten Wandungen bald weissglühend wurde, führte man einen kleinen Kanal um ihn herum, liess in diesen die äussere kalte Luft treten, die glühend dann zum Brennmaterial mit eingeführt wurde und so den Brennprozess noch verstärkte. Sehr vorsichtig sind die Grössenmasse dieser Brennöfen mit einer Feuerung zu wählen; am besten 4,10 Meter Durchmesser, bei einer Höhe von 3,07 m.

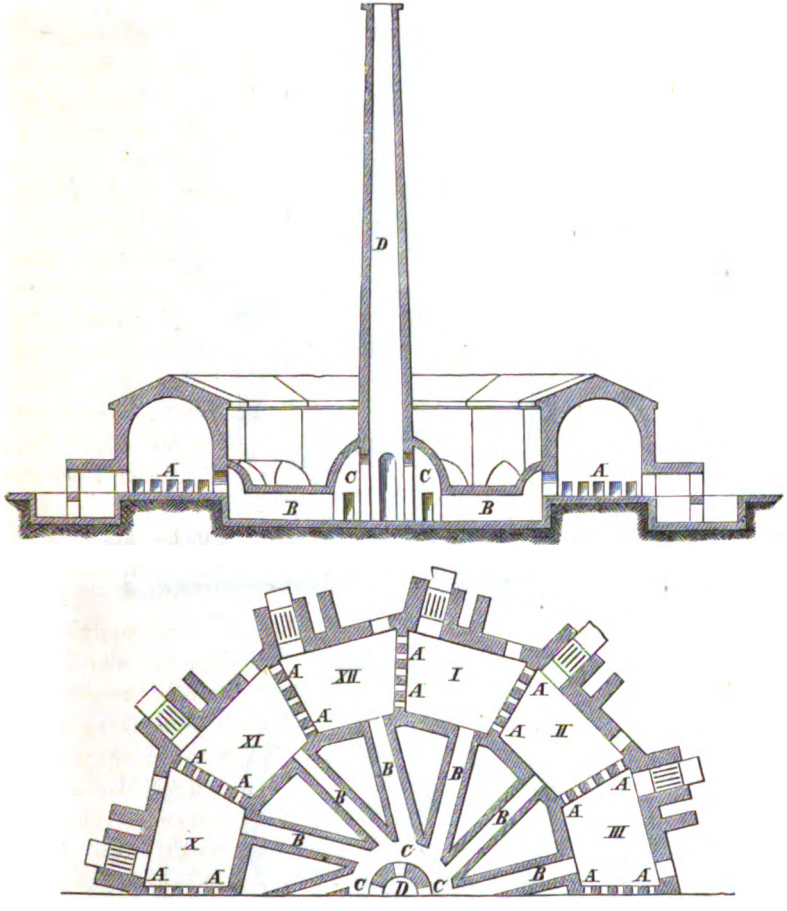
Das Brennmaterial pro 1000 Steine stellte sich in München auf 11 Mark, wobei Miesbacher Kohle (eine sehr gute Braunkohle) und zum Ausbrennen etwas Holz verwendet ward.

In sehr kurzer Zeit hat sich bei Konstruktion der Brennapparate für Thonwaaren und besonders für das gewöhnliche Ziegelgut ein sehr grosser Fortschritt geltend gemacht; es möchte dies klar aus den bisher vorgeführten und beschriebenen Ziegelöfen hervorgehen; ein neuer grösserer Fortschritt aber wurde erreicht, indem man zum Verbrennungsprozess nicht kalte Luft, sondern erhitzte zuführte; durch diese neue Brennmethode wurden die höchsten Effecte ermöglicht und auf ihr beruhen unsere allerneusten Ofenkonstruktionen. Licht und Hoffmann in Berlin sind es, die in Deutschland (Scholwin bei Stettin) die ersten Oefen dieser Art einrichteten und sich patentiren liessen. Unstreitig haben sich diese Herren ein grosses Verdienst erworben, dass sie es waren, die den immensen Brennmaterial-Verschleuderungen beim Ziegelbrennen Schranken setzten, indem sie die bereits gemachten, leider bis dahin so wenig beachteten, aber äusserst bedeutungsvollen Errungenschaften aufgriffen, um sie, weiter ausgebildet,

Digitized by Google

allgemein ins praktische Leben einzuführen. Es ist wirklich eine merkwürdige Erscheinung, wie der Konservatismus der Ziegelfabrikanten so lange gebraucht hat, um wirkliche Fortschritte mit Erfolg zu acceptiren.

Fig. 56.

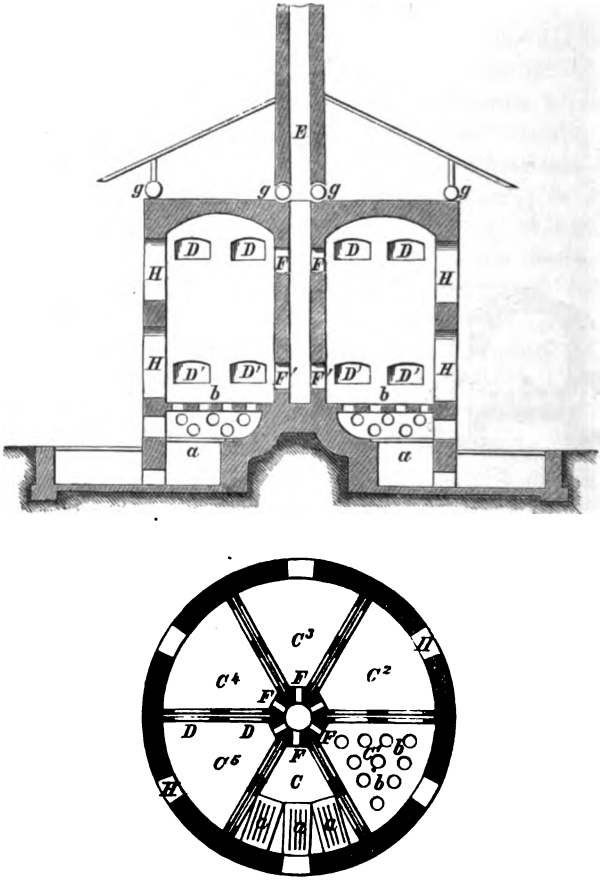


Im Jahre 1841 hat der Engländer **Gibbs** sich bereits einen Ringofen patentiren lassen; Fig. 56 giebt dessen Grundriss und Querschnitt. I bis XII sind die Ofenkapellen, AA die Verbindungsöffnungen zwischen denselben, BB Rauchableitungskanäle aus den Ofenkapellen, C ist der Rauchsammler und D der mit dem Rauchsammler

Digitized by Google

durch mehrere Oeffnungen in Verbindung stehende Schornstein, der zugleich das Centrum der ganzen Anlage bildet. Mit dieser Ofenanlage ist für jede Kapelle eine eigene Rostfeuerung angeordnet; durch wechselweises Oeffnen und Schliessen der Verbindungsöffnungen AA und der Rauchableitungskanäle BB wird nun ein kontinuirlicher Betrieb im Ofen möglich, wobei die heisse Luft und der Rauch so viele Ofenkapellen durchziehen, bis die völlige Ausnutzung der Hitze erreicht ist.

Fig. 57.



Ebenso interessant als Vorläufer der Licht- und Hoffmann'schen Ringöfen ist ein von **Peclet** konstruirter, den die Fig. 57 im Grundriss und Querschnitt darstellt.

Digitized by Google

Der Grundriss lässt theils die Roste, theils das durchbrochene Gewölbe über denselben erkennen, erstere mit aa, letzteres mit bb bezeichnet; die Räume C—C^5 sind die eigentlichen Brennräume, welche die zu brennende Waare enthalten; die Wände, welche diese Räume trennen, enthalten die durch Schieber schliessbaren Verbindungsöffnungen D D und $D^1 D^1$ und stehen ferner sämmtliche Brennräume C—C^5 oben und unten mit dem centralen Schornstein durch Schieberöffnungen in Kommunikation, deren Schieber an Ketten über die Rollen g g sich bewegen lassen. H H endlich sind Eingangsthüren an der Peripherie des Ofens, die zum Ein- und Austragen der Waare dienen.

Wenn das Feuer unter der Abtheilung C angezündet wird, so bleiben alle Schieber bei D von C geschlossen und die mit Wasserdämpfen beladenen Verbrennungsprodukte entweichen auf dem kürzesten Wege in den Schornstein E. Ist der Inhalt von C hinlänglich angewärmt und trocken, so beginnt das Scharffeuer und es wird F geschlossen, dagegen die oberen Schieber D D, welche mit C^1 kommuniziren, geöffnet; ebenso der untere Schieber F^1, der aus C^1 in den Schornstein E führt. Es ist einleuchtend, dass in diesem Falle die Verbrennungsprodukte aus C durch D D im oberen Theil von C^1 eintreten, diesen Theil durchströmen und unten durch F^1 in den Schornstein E entweichen. Es wird also der Inhalt von C^1 durch die abgehende Wärme aus C getrocknet und vorgewärmt; ist diese Operation vollendet, so wird, ehe das Scharffeuer in C aufhören darf, F geschlossen und $D^1 D^1$ in der Wand zwischen C^1 und C^2 geöffnet und ebenso F (der obere Schornstein-Schieber in C^2, so dass die Verbrennungsprodukte aus C bis nach C^2 gehen und dort eine schwache vorläufige Trocknung und Anwärmung der Waare bewirken.

Ist der Inhalt von C hinlänglich gebrannt, so wird das Feuer unter C^1 verlegt und kann sogleich als Scharffeuer zur Wirkung kommen.

Man sieht leicht ein, dass auf diese Weise successive alle Abtheilungen C—C^5 vorgewärmt und gebrannt werden können; ehe aber die sämmtlichen Räume ausgebrannt sind, wird immer eine wieder kühl genug geworden sein, um den Inhalt desselben auszutragen und ihn mit frischer Waare zu beschicken, so dass der Apparat in kontinuirlichem Betriebe bleibt.

So sinnreich dieser Brennapparat auch ist, den wir einem in der Feuerungstheorie sehr berühmten Franzosen zu verdanken haben, so bricht doch die neue Aera der Thonwaarenbrennerei sich erst mit der Errichtung der Ziegelöfen von Villeneuve le Roi an der Jonne die entscheidende Bahn und diesen Oefen gebührt die Priorität, als Ringöfen mit permanentem Betriebe und **Speisung des Brennmaterials mit erhitzter Luft** konstruirt und ausgeführt zu sein.

Licht und Hoffmann hatten das grosse Verdienst, das hier zum erstenmal angewendete System weiter zu verfolgen und praktisch auszu-

Digitized by Google

bilden; Bührer und Hamel, aus derselben Quelle schöpfend, führten statt des Schornsteins den Ventilator ein.

Ehe jedoch die Lich[illegible] und Hoffmann'schen Ringöfen, ehe die Bührer und Hamel'schen Parallel-Oefen mit Ventilatoren-Betrieb besprochen und beschrieben werden, ist es nothwendig, die **Ziegelöfen zu Villeneuve le Roi** an der Jonne zuerst spezieller kennen zu lernen, um dadurch den eben aufgestellten Satz zu begründen.

In Förster's Bauzeitung, Jahrgang 1857, Seite 225, heisst es:

„Die Verbrennung, welche aus der Verbindung des Sauerstoffs mit irgend einer Substanz hervorgeht, giebt Veranlassung zu einer Wärmeentwicklung, welche für eine beständige Quantität Sauerstoff dieselbe zu sein scheint. Diese entwickelte Wärme erhöht die Temperatur der durch die Verbrennung entstehenden Gase und der übrigen in Berührung kommenden Körper und theilt sich auch durch die Strahlung entferntern Körpern mit.

Bei der Verbrennung der Kohle durch die atmosphärische Luft erwärmt also die Hitze der Verbrennung:

1. die Kohlensäure und den Wasserdampf, die sich gebildet haben;
2. die Masse von nicht verbrannter Kohle, die sich in Berührung mit den verbrannten Molekülen befand;
3. das Stickstoffgas, das sich mit dem verbrennenden Sauerstoff vermischt, und manchmal durch Strahlung die entfernteren Körper.

Die Wärme, welche zur Erhöhung der Temperatur der in Berührung kommenden Körper verwendet wird, geht verloren für die Erhitzung der Verbrennungsprodukte und verhindert diese zu einer so hohen Temperatur zu gelangen, als es der Fall sein würde, wenn sie allein unter der Wirkung der Verbrennungswärme ständen.

Bei der Verbrennung der Kohle durch reinen Sauerstoff giebt die entwickelte Wärme, die keinen interponirten Stickstoff zu erwärmen hat, Veranlassung zu einer viel lebhafteren Verbrennung als durch atmosphärische Luft und scheint in der Kohle und der erzeugten Kohlensäure eine viel höhere Temperatur hervorzubringen.

Bei der Verbrennung des Wasserstoffs durch reinen Sauerstoff, welche vorher nach den Verhältnissen, aus denen das Wasser besteht, gemengt sind, vermehrt der Mangel fremder Körper in dieser Mengung die Erhöhung der Temperatur ausserordentlich, ohne dass man über diese Thatsache den geringsten Zweifel erheben kann, weil die hohe Temperatur des Produkts dieser Verbrennung die feuerbeständigen Körper z. B. Platina, Kalk, Magnesia etc. zum Schmelzen bringt.

Ebenso, wenn die Körper, welche die Verbrennung hervorbringen müssen und diejenigen, mit denen sie vermischt sind, oder welche unmittelbar daran liegen, schon auf eine hohe Temperatur gebracht wären, so würde die Wärme, die dann von der Verbrennung erzeugt wird, ihren ganzen kalorischen Effekt zu dem erzeugten hinzufügen und es scheint,

Digitized by Google

dass eine Zunahme der Temperatur unausbleiblich aus dieser vorhergehenden Erwärmung resultiren muss. Man erhält also durch dieses Mittel Quellen zu einer viel höheren Wärme als bei Anwendung der gewöhnlichen Methode.

Diese Idee der vorhergehenden Erwärmung ist indess nicht neu; es ist in der that bekannt, dass die Verbrennung in mehreren Hohöfen zur Erzeugung des Gusseisens mit bis 200—300 Grade erhitzter Luft unterhalten wird, und die glücklichen Erfolge dieser Methode bestätigen die oben ausgesprochene Meinung, die aber die allgemeine Aufmerksamkeit noch lange nicht bis zu dem verdienten Grade erhöht hat.

Man glaubt, dass die Luftzuführung durch bereits erhitzte Röhren die Wirkung des Sauerstoffs auf die Kohle kräftiger anfacht und sie schneller hervorbringt; man schreibt beinahe einzig dieser Ursache die Ersparung zu, welche daraus hervorgeht. Ohne die vermehrte Kraft abzuleugnen, welche die vorhergehende Erwärmung der brennenden Kraft des Sauerstoffes mittheilt, kann man doch annehmen, dass die Erhöhung der Temperatur, welche, wie weiter oben gesagt, aus ihrer Erwärmung hervorgeht, den grössten Antheil an den beobachteten Wirkungen haben muss, und dass man in dieser Beziehung nicht weiss, welchen Vortheil man aus der vorhergehenden Erwärmung ziehen könnte, um zu einer höheren Temperatur zu gelangen.

Uebrigens hat man es auch nicht versucht, die Anwendung dieses Mittels zu anderem Gebrauch als zur Erzeugung des Gusseisens zu verbreiten, und das Verfahren, dessen man sich zur Erhitzung der Luft bedient, indem man sie durch gusseiserne Röhren leitet, beschränkt die Erhitzung der Luft und macht sie auch sehr kostbar.

Der nachstehend beschriebene Ofen für Ziegel- und Kalkbrennerei ist eines sehr umfassenden Gebrauchs fähig und liefert viel leichter heisse Luft für weit geringere Kosten. In Fig. 58 ist L, L^1 bis L^7 ein durch gemauerte Scheidewände in 8 verschiedene überwölbte Abtheilungen getheilter Raum, der mit Ziegeln oder andern Materialien in der Art angefüllt wird, dass darin grosse Oeffnungen verbleiben, durch welche die Luft leicht von einer Abtheilung in die andere strömen kann. Diese Oeffnungen müssen aber so eingerichtet werden, dass sie, wie aus den im grösseren Massstabe gezeichneten Fig. 58 a u. b (Seite 308) ersichtlich ist, als Feuerungen benützt werden können. Sind nun alle Oeffnungen des Ofens mit Ausnahme derjenigen, welche die Feuerungen enthalten, gut verschlossen, ist durch eine Zugesse oder durch jeden andern Saugapparat ein hinlänglich starker Luftstrom in den von L nach L^7 gehenden Abtheilungen hergestellt und ist das in der Feuerung F liegende Brennmaterial entzündet, so wird die erhitzte Luft durch alle Abtheilungen L bis L^7 strömen, ihre Temperatur erhöhen und dann entweichen, nachdem sie beinahe alle Wärme abgesetzt hat, welche durch die Verbrennung entstanden ist. Das Feuer,

Digitized by Google

welches in diesem Feuerraum eine gewisse Zeit hindurch unterhalten wird, bringt die Temperatur der Abtheilung L auf einen Wärmegrad, der kaum durch ein länger unterhaltenes Feuer überschritten wird. Man lässt dann das Feuer in diesem Brennraum ausgehen und zündet ein anderes in dem Feuerraum F^1 an. Die Luft, welche diesen letzteren speist,

Fig. 58.

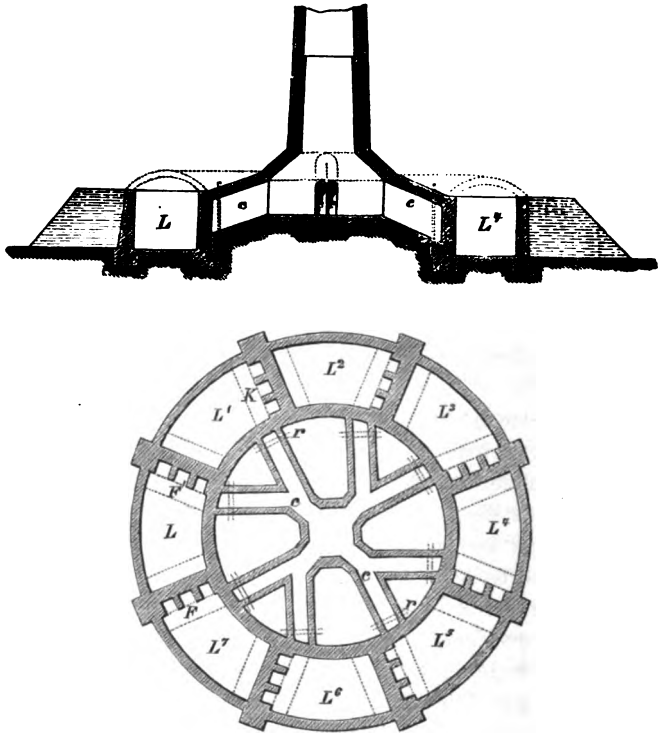
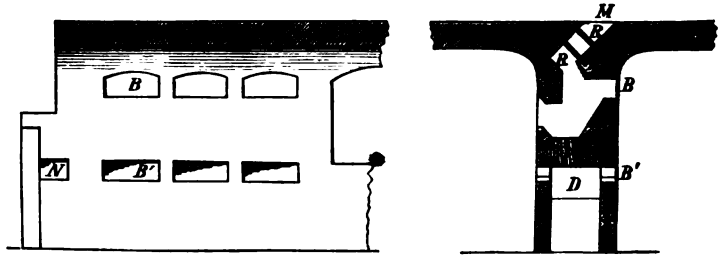


Fig. 58 a. u. b.



Digitized by Google

strömt vorher durch die Abtheilung L und erhitzt sich durch die Berührung mit den glühenden Ziegeln bedeutend, ohne dass sie durch eine vorhergegangene Verbrennung etwas von ihrem Sauerstoff verloren hat. Die verbrannte Luft besitzt bei dem Entweichen aus dem Feuerraum F^1 nach dem Vorhergehenden eine viel höhere Temperatur als bei dem Ausströmen aus F, besonders wenn die Verbrennung daselbst im Anfange stattgefunden, als die Abtheilung L ihre ganze Wärme besass; die Temperatur dieser Abtheilung, die sich durch die Passage kälterer Luft vermindert, liefert dem Feuerraum F^1 eine nach und nach kühler werdende Luft.

Nachdem die Abtheilung L^1 so viel Wärme als möglich aufgenommen, eine Wärme, welche grösser sein muss, als die in der Abtheilung L, lässt man das Feuer in F^1 ausgehen und macht ein Feuer in K an, wohin die Luft gelangt, nachdem sie erhitzt worden ist bei ihrem Durchgange durch die noch nicht abgekühlte Abtheilung L und durch die Abtheilung L^1, wo sie etwas wärmer ankommt, und da sie diese Abtheilung wärmer findet als ursprünglich die Abtheilung L, so gelangt sie in den Feuerraum bei K mit einer weit höheren Temperatur, als bei der Speisung des Feuers in F^1 und muss die Verbrennung, die sie bei K unterhält, eine ausserordentlich hohe Temperatur hervorbringen.

Wenn die Abtheilung L ziemlich abgekühlt ist, so kann man die darin enthaltenden Materialien herausnehmen, welche der Cirkulation der Luft hinderlich sind, oder man kann der Luft (nach Fig. 58 b) einen Ausgang durch die Oeffnung M des Feuerraums F^1 verschaffen, durch welche das Brennmaterial aufgegeben wird; gleichzeitig füllt man, wenn der Saugapparat beweglich ist, die Abtheilung L^3 mit Ziegeln oder anderm Material aus und nimmt diejenigen fort, auf welche die Hitze ihre Wirkung ausgeübt hat. Auf diese Art lässt sich bei der kreisrunden Form der überwölbten Gallerie, durch Einsetzen auf einer und Ausnehmen auf der andern Seite, ein fortwährender Betrieb erzielen.

Die Zahl der Abtheilungen vor und hinter dem Feuerraum ist bei dem in Rede stehenden Ofen nicht festgesetzt; sie kann grösser oder kleiner sein, je nach der Stärke, mit welcher die Luft von dem Aussaugungsapparat angezogen wird und je nachdem die Zwischenräume oder Kanäle zwischen den eingesetzten Materialien der Luftströmung Raum lassen.

Die Vortheile des Ofens bestehen also in der Erreichung einer höheren Temperatur und in der viel bedeutenderen Benützung der Wärme, als bei gewöhnlichen Anlagen dieser Art. Betrachten wir aber die ganze Einrichtung noch etwas näher.

Der zweckmässigste Saugapparat ist in den meisten Fällen ein Schornstein in der Mitte über der kreisrunden Gallerie, mit so vielen Kanälen als es Abtheilungen giebt, um nöthigenfalls mit einer jeden der

Digitized by Google

letztern die Verbindung herstellen zu können. Anstatt eines Schornsteins kann man ein Schwungrad durch einen Wasserlauf oder irgend eine andere Kraft in Bewegung setzen; man erreicht dadurch vor dem Schornstein den Vortheil, die verbrannte Luft ohne Ueberschuss an Wärme gegen die Atmosphäre abzuführen, während es bei dem Schornsteine einer Mehrhitze von wenigstens 250° C bedarf, die also geradezu verloren geht. Um aber bei Anwendung eines Schwungrades den Schornstein zu benutzen, muss die verbrannte Luft eine grössere Anzahl von Abtheilungen durchströmen, und folglich ist eine bedeutendere Anziehungskraft nothwendig.

Die Kanäle c und c können so angelegt werden, wie es in der Fig. 58 angegeben ist. Damit die heisse Luft durch die Abtheilungen ströme, welche geheizt werden sollen, ist es nothwendig, dass die Luft in den ersten Herd einziehe und erst durch den letzten Kanal entweiche, die übrigen müssen sorgfältig geschlossen werden. Um diese zu schliessen, wenn es nothwendig ist, kann man für jeden in dem der Abtheilung naheliegenden Theil zwei Register r anbringen, wovon eines an der Schornsteinseite von Blech oder anderm Metall, das andere an der Feuerseite zur besseren Widerstandsfähigkeit gegen die Hitze von gebranntem Thon aus einem oder mehreren Stücken hergestellt werden muss; um ferner jeden Luftstrom abzuschneiden, kann man den Raum zwischen beiden Registern mit feinem Sand ausfüllen.

Die Konstruktion der Feuerherde erfordert eine besondere Aufmerksamkeit. Der Roste bedarf es nicht; auch würden sie bei der Einrichtung der Feuerungen, wie sie in Fig. 58a und b dargestellt sind, sehr schnell verbrennen. Die Steinkohle wird durch den Kanal M aufgegeben; R sind Schieber von starkem Blech, mit denen man nach Belieben den Kanal M schliesst, um das Eindringen der äusseren Luft zu verhindern, wenn das Brennmaterial aufgegeben wird, sie bleiben fortwährend geschlossen, und wenn man Kohle hineinthun will, so öffnet man zuerst das obere Register und füllt den Raum mit Kohle aus; dann wird das obere Register geschlossen und das untere geöffnet, so dass die Kohle auf den Herd fällt. Die Asche wird durch die Luftströmungen zum theil fortgeführt und verflüchtigt; die zurückbleibende fällt mit der Kohle durch die Zwischenräume der hochkantig gestellten Ziegel t, welche die Stelle des Rostes vertreten und von sehr feuerbeständigem Materiale angefertigt sein müssen. Die aus der anliegenden Abtheilung durch die Oeffnung B^1 strömende Luft verbrennt die Kohle, welche diesen untern Theil des Feuerherdes zu verstopfen strebt. Der Aschenfall D kann erforderlichen falls durch die Oeffnung N in Verbindung gesetzt werden. Da eine höhere Temperatur die Verbrennung kräftiger macht, und da die bereits erhitzte Luft mit Schnelligkeit in die Zwischenräume tritt, die sich zwischen den Kohlen-

Digitized by Google

stücken befinden, so geht die Verbrennung auf eine wünschenswerthe Weise vor sich.

Diese eben geschilderten Oefen, die bereits im Jahre 1845 in Frankreich in Ausführung gebracht und auch betrieben wurden, bilden ohne allen Zweifel die Quelle, aus der alle unsere neuesten Errungenschaften in bezug auf Ziegelbrennerei geflossen sind. Die Licht- und Hoffmann'schen Oefen sind vollständig nach diesem System, jedoch mit weiterer Ausbildung der Details, gebaut, und stimmt die ganze Anlage genau mit der eben beschriebenen überein. Abänderungen wurden freilich nothwendig, nachdem für die Licht- und Hoffmann'schen Oefen grössere Dimensionen gewählt wurden, und dadurch gestaltete sich ein Rauchsammelkanal, während bei den Oefen von Villeneuve die Füchse unmittelbar in den Schornstein eingeleitet sind; während sich hier bei den kleinen Ofenkapellen eine Schüröffnung, an der Gewölbedecke angebracht, für genügend herausstellte, wurden dort 5 solche Schürlöcher nothwendig; ein weiterer Unterschied ist der, dass bei der ursprünglichen Anlage die Ofenkapellen durch feste, aber durchbrochene Wände von einander getrennt wurden, während die spätere Anlage sich hier eines grossen eisernen Schiebers zur Trennung der Ofenkapellen bedient; der Betrieb ist in gar keiner Weise von einander unterschieden, nur dass die erstern Oefen wenig Material, diese aber viel aufzunehmen im Stande sind. Durchaus neu und eigenthümlich ist an den Licht- und Hoffmann'schen Ringöfen das Einstreuen des Brennmaterials unmittelbar in die glühenden Ziegelmassen, aber unbeachtet bleibt das Beschicken der Oefen mit Brennmaterial unter Abschluss der äussern Luft, ein wesentlicher Faktor zur weiteren Brennmaterial-Ersparniss.

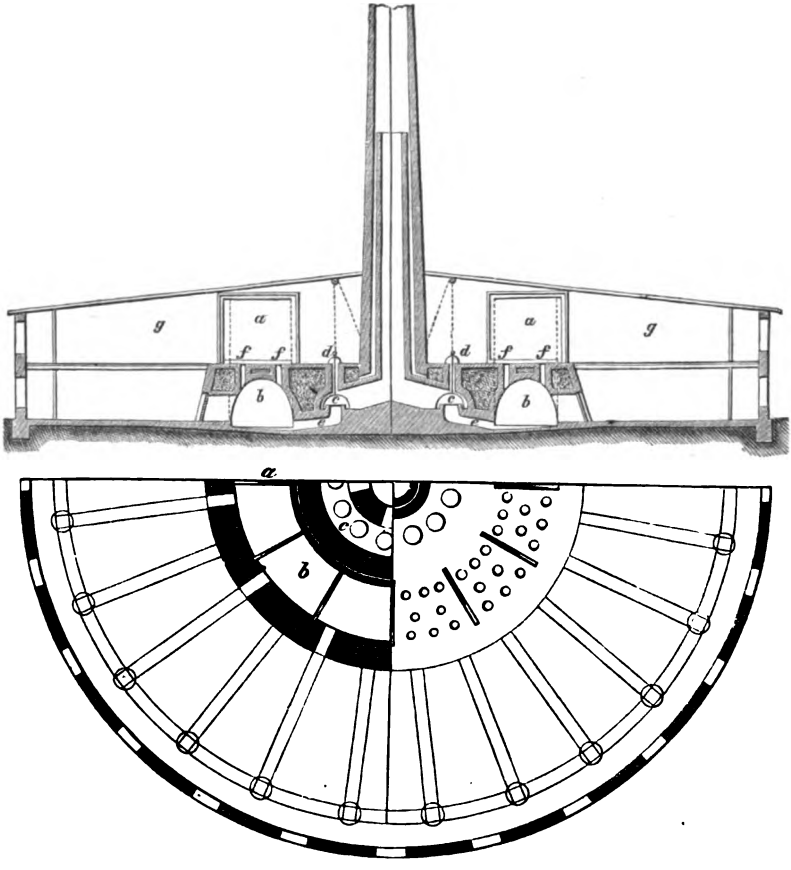
Die Bührer'schen Oefen nehmen gleichfalls das System der Oefen von Villeneuve an und nützen auch die weiteren Winke mit aus, welche der Beschreibung der Oefen beigegeben sind, während Licht und Hoffmann sie nicht beachteten. Die Beschreibung sagt nämlich: Um den Zug in den Ofen zu erzielen, kann man auch wohl eine andere Kraft als den Schornstein, z. B. ein Schwungrad anordnen; dadurch ist es zulässig, die Anzahl der Kapellen bedeutend zu vermehren und die Hitze, die nothwendig ist, den Zug im Schornstein herzustellen, wird dem Betriebe nicht entzogen, so dass dann eine vollständige Ausnützung aller Wärme erzielt werden kann.

Durch die Einführung der Ventilatoren zur Erzielung des Zuges und durch die Vermehrung der Ofenkapellen, war die Stellung derselben in einem Kreise nicht mehr geboten und konnte die mit manchen Nachtheilen

Digitized by Google

verbundene Ringform, wie dies bei den Oefen von Bührer und Hamel zuerst geschehen ist, verlassen werden[1]).

Fig. 59.



[1]) Die hier gegebenen Mittheilungen haben Veranlassung zu einer äusserst heftig geführten Polemik gegeben, und war es Alb. Türrschmidt, der bekannte thätige und redselige Agent im Dienste Fr. Hoffmann's, der sich berufen fühlte, eine förmliche Schmähschrift gegen den Verfasser dieses Buches vom Stapel laufen zu lassen (siehe Notizblatt des deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaaren etc. V. Jahrgang I. Heft). Eine Satisfaktion war von Türrschmidt nicht zu erreichen, der Verfasser hat eine solche aber reichlich in der anerkennenden Aufnahme gefunden, die von allen Seiten seinem Buche zu theil ward. Den Werth der von Hoffmann erfundenen Details und dessen Streufeuerung hat der Verfasser nie angezweifelt, ebenso den unbestrittenen Ruhm, den der Erfinder der Ringöfen für die wichtige Sparte der Ziegelbrenntechnik sich erworben hat; ob Hoffmann aber auch das Recht hatte, Andere daran zu hindern, die Errungenschaften, wie sie nun einmal durch die Oefen von Villeneuve vorlagen,

Digitized by Google

Ringförmiger Brennofen mit immerwährendem Betrieb von Licht und Hoffmann.

Einrichtung und Betrieb dieser Oefen sind sehr einfach; sie bestehen aus einem im Grundriss ringförmigen, im Querschnitt beliebig geformten Ofenkanal, der zwar an verschiedenen Punkten von aussen zugänglich und beschickbar und an ebensoviel Punkten gegen einen im Centrum stehenden Schornstein verschliessbar, im Uebrigen aber frei ist.

Figur 59 stellt Grundriss und Querschnitt des Ofens dar; denkt man sich den Querschnitt des Ofenkanals b mittelst eines Schiebers a, der durch Falze eingesetzt wird, an irgend einer Stelle geschlossen, die zunächst davor gelegene Eingangsthür und den zunächst dahinter liegenden Rauchkanal geöffnet, alle übrigen Eingänge und Rauchkanäle aber geschlossen, so wird ein Luftzug entstehen, der aus der Atmosphäre durch die geöffnete Thür in den Ofen tritt, diesen seiner ganzen Länge nach bis auf die andere Seite des Schiebers durchstreicht, um durch den dort geöffneten Rauchkanal (und den Rauchsammelkanal c) in den Schornstein zu treten. Denkt man sich ferner den Ofenkanal mit den zu brennenden Gegenständen z. B. Kalksteinen gefüllt und zwar der Art, dass der Luftzug in der ersten Hälfte des Kanals bereits fertig gebrannte, in der Abkühlung begriffene Steine durchstreicht, demnach das Feuer speist (welches durch Einstreuen des Brennmaterials in die glühenden Steinmassen von oben unterhalten wird) und in der letzten Hälfte des Ofenkanals durch noch nicht gebrannte Steine zieht, um dann durch den offenen Rauchkanal in den Schornstein zu entweichen, so ist klar:

1. dass die in die offene Thür eindringende atmosphärische Luft auf dem ersten Theile ihres Laufes im Ofen, in dem sie die fertig gebrannten Steine abkühlt, sich in hohem Grade erhitzt, folglich
2. im Stande ist, den Effekt des Feuers in eben dem und (wegen der dann erfolgenden Zersetzung der schwer entzündlichen Gase) in noch höherem Grade zu vermehren, während
3. die durch das Feuer unverbrannt streichende Luft, wie die gasförmigen Verbrennungsprodukte auf ihrem übrigen Wege durch den Ofen bis zum Schornstein noch eine Menge Wärme an die noch ungebrannten Steine absetzen und dieselben bis zu einer solchen Temperatur vorwärmen und erhitzen, dass nur eine kurze Brennzeit und eine verhältnissmässig geringe Menge Brennmaterial erforderlich ist, um sie vollständig gar zu brennen.

---

weiter zu verfolgen (wie er es ja auch gethan hat), ist eine Frage, über die sich jedenfalls Zweifel erheben lassen! Hoffmann's Erfindung, so bedeutend sie auch ist, kann doch immer nur als eine sehr glückliche Modifikation eines bereits von anderer Seite aufgestellten rationellen Systems betrachtet werden.

Digitized by Google

Da nun die der offenen Thür zunächst stehenden Steine am meisten abgekühlt, also zum Herausziehen tauglich sein werden, so kann man sie durch frische ungebrannte ersetzen; der Abschluss des Ofens mittelst des Schiebers kann vor der nächsten Thür hinter den frisch eingesetzten Steinen erfolgen, diese Thür kann geöffnet, die vorhergehende geschlossen werden, und ebenso der nächste Rauchkanal geöffnet, der geöffnet gewesene geschlossen und das Feuer vorwärts geschoben werden.

Durch stetige Wiederholung dieses Vorganges macht das Feuer wiederkehrend die Runde im Ofen, wie auch gleichzeitig das Ausziehen und Einsetzen der Steine ringsum ohne Unterbrechung stattfindet; und bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass, um diese letzten beiden Manipulationen gleichzeitig vornehmen zu können, die zwei ersten Thüren, die eine für das Ausziehen, die andere für das Einsetzen, zu gleicher Zeit offen sein können.

Anlangend die Beschickung, sowie die Anordnung der Konstruktion der einzelnen Ofentheile, so ist der Schornstein im Centrum der ganzen Anlage vor Abkühlung möglichst durch eine zum theil isolirende Luftschicht geschützt. Er kommunizirt mit der Feuerung im Ofen mittelst eines zwischen beiden liegenden ringförmigen Rauchkanals (Rauchsammelkanal) c, der durch 4 Spalten fortwährend nach dem Schornstein offen ist, während aus dem Ofen 12 mittelst hermetisch schliessender Deckel d (Glocken) absperrbare Kanäle, die Rauchkanäle e, in ihn ausmünden. Der Ofenkanal ist mittelst 12 Einfahrtsthüren (Sandthüren) von allen Seiten zugänglich und befahrbar. Die Thüren haben einen doppelten Verschluss nach innen mittelst einer durch Lehm verklebbaren Chamottplatte, nach aussen durch eine ebenso dichtende Thür von Eisenblech. Ausserdem ist der Ofen, sofern er nicht etwa in das Erdreich versenkt wird, durch eine doppelte ja dreifache Ummauerung, sowie durch eine isolirende Luftschicht und Umhüllung mit Asche oder Sand gegen Abkühlung nach aussen geschützt. Der Ofenkanal ist mittelst eines Schiebers von Eisenblech, der durch Schlitze und durch Falze von oben herab eingelassen werden kann, an verschiedenen Stellen abstellbar; die Schlitze selbst haben hermetisch schliessende Deckel.

In neuster Zeit hat jedoch das Papier die schwerfälligen Schieber verdrängt, und fallen damit auch die lästigen Schieberschlitze fort. Um den Zutritt der äusseren kalten atmosphärischen Luft zu verhindern, wird der betreffende Abschluss durch Bekleben der Fläche mit Rollenpapier hergestellt und durch nachheriges Zerreissen einfach entfernt.

Das Feuer brennt, wie oben bereits erwähnt, an der dem Schieber entgegengesetzten Stelle des Ofens, also enthält der Theil des Ofens, vom Feuer bis zur offenen Einfahrt, fertig gebrannte, in mässiger Abkühlung begriffene Steine, während der andere noch ungebrannte, in allmäliger Anwärmung begriffene fasst. Der Schieber braucht nur aus mässig starkem

Digitized by Google

Eisenblech zu bestehen, weil er sich immer an der kühlsten Stelle des Ofenkanals befindet, also den Angriffen des Feuers gar nicht zu widerstehen hat. Während der Schlitz über ihn mittelst eines Deckels hermetisch geschlossen wird, kann er in den Rändern im Anschluss an die Ofenwandungen von der Seite der geöffneten Thür aus mittelst Lehm ebenfalls gedichtet werden. Mittelst eines, auf zwei ringförmigen Eisenschienen über dem Ofen fahrbaren, leichten Gerüstes kann er auf und nieder bewegt und von einem Schlitz nach dem andern versetzt werden. Die Befeuerung des Ofens geschieht von oben mittelst Einstreuen des Brennmaterials zwischen die glühenden Steine; sie begründet sich auf die Thatsache, dass die vollkommenste Verbrennung stattfindet,

1. wenn das Brennmaterial in möglichst hoher Temperatur, also auch in möglichst kurzer Zeit zersetzt wird, weil dann vorzugsweise die leicht brennbaren Gase, namentlich die Kohlenwasserstoffe sich bilden, während die sich etwa bildenden schwerer entzündlichen, namentlich die Kohlenoxyde doch auch in dieser höheren Temperatur zur Verbrennung gelangen und die intensive Wirkung des Feuers erhöhen;
2. wenn der Luftzutritt ungehindert und somit die Verbindung des atmosphärischen Sauerstoffs mit den gasförmigen Verbrennungsprodukten unbemessen ist.

Diese beiden Bedingungen werden hier möglichst erfüllt, einmal durch die sofortige Zersetzung des eingestreuten Brennstoffes innerhalb der glühenden Massen, dann durch den unbehinderten Zutritt der bereits in hohem Grade erhitzten und den ganzen freien Querschnitt des Ofens füllenden atmosphärischen Luft. Die Befeuerungslöcher f sind in der Decke des Ofens in kurzen Entfernungen von einander angebracht und können sämmtlich durch mit Glas versehene Deckel verschlossen werden.

Ueber diejenigen Löcher, durch welche gefeuert werden soll, können blecherne, mit Brennstoff gefüllte trichterförmige nur nach unten offene Gefässe, aufgestellt werden, aus denen das Brennmaterial ununterbrochen oder stossweise nachfällt. Die Steine unter diesen Löchern werden so aufgestellt, dass in verschiedenen Höhen des Ofenkanals ein Theil des Brennmaterials liegen bleibt und zur Verbrennung gelangt.

Hieraus ergiebt sich freilich der Uebelstand, dass die Steine, aus welchen beim Einsetzen die Feuerschächte gebildet werden, durch die Aschenbestandtheile vielfach verunreinigt werden, was für die gewöhnliche Waare nicht viel in's Gewicht fällt, bei Versetzsteinen und feinerer Waare aber höchst bedenklich ist. Aus diesen Gründen hat man in neuster Zeit permanente Heizschächte im Ringofen angelegt, von der Ansicht ausgehend, es sei zweckmässiger die Heizschächte ein für allemal als einen zum Ofen gehörigen Theil aufzubauen, anstatt sie jedesmal frisch zu setzen.

Digitized by Google

Solche Heizschächte sollen die Betriebszeit einer ganzen Campagne aushalten und müssen deshalb unter Umständen von feuerfesten Steinen aufgebaut werden.

Darnach hat sich gezeigt, dass auch dieses eigenthümliche Rüstwerk kein vollständiger Schutz gegen Flugasche resp. gegen das Verfärben von Verblendsteinen gewährt, und sieht man sich genöthigt, das Material, das untadelhaft in der Farbe den Ofen nach dem Brande verlassen soll, „einzukasteln", wie das von Alters her bei unsern primitivsten Ofenkonstruktionen schon der Fall war[1]).

Fein zertheilte Brennstoffe sind prinzipiell, wie dies keines weiteren Beweises bedarf, die vortheilhaftesten nicht allein wegen der hier speziell gebotenen Verwendung, sondern auch weil ihre Zersetzung in gasförmige Produkte am schnellsten erfolgt.

Oberhalb des Ofenkanals sind die Trockenräume g g angeordnet, die äusserst vortheilhaft durch ein weit verzweigtes Schienensystem befahren werden können.

Nach gemachten Angaben wurden in diesen Oefen 1000 Backsteine mit einem Aufwand von nahezu 3 M. 15 Pf. an Brennmaterialkosten gebrannt, indem theils Torf, theils Steinkohle verwendet wurde; dabei waren die Steine 30 cm. lang, 14 cm. breit, 5 cm. dick, und der Preis von 1 Ctr. Steinkohle betrug c. 75 Pf.

Ein Missstand, der sich beim Betriebe der Ringöfen nur zu häufig geltend macht, ist der, dass die Backsteine eine ungleichmässige Farbe erhalten, die sich hauptsächlich in einem weisslichen oder mehr schmutzigen Anflug äussert; die frisch eingesetzten kalten Steine werden nämlich in der feuchten, mit Wasserdämpfen gesättigten Atmosphäre der schmauchenden Abtheilung schwitzen, und es entsteht dann eine weissliche, fest anhaftende Haut, die sich an dichten Steinflächen (Verblendungssteinen) entschiedener geltend macht, als an den rauhen der gewöhnlichen in Sand geformten Steine.

Dieser Anflug rührt ohne Zweifel zum grössten Theil von Flugasche her, die, durch die Verbrennungsgase mit fortgerissen, sich an den feuchten Steinflächen absetzt, anklebt und daselbst verbrennt. Bei Verwendung von schlechten Kohlen erscheinen solche Anflüge in erhöhtem Grade.

Andererseits entstehen diese Anflüge dadurch, dass das oben erwähnte Schwitzwasser lösend auf die Oberfläche des Steines wirkt, bei eintretender Verdunstung aber die gelösten Stoffe auf der Oberfläche des Steins wieder abgelagert werden; nach Salzen, welche eine derartige Wirkung ausüben können und während des Brennprozesses eine Zerstörung derart erleiden, dass die Rückstände nachher vom Wasser nicht mehr abgelöst werden, braucht man nicht lange zu suchen. Kohlensaurer Kalk und Gyps sind

[1]) Siehe Neuerungen (!) am Ringofen. Notizblatt 1878 S. 385.

Digitized by Google

in den meisten Thonen so reichlich vorhanden, dass man das Wasser, welches im geformten Stein sich befindet, sich als eine gesättigte Lösung dieser Salze vorstellen kann; auch Chlorverbindungen, namentlich Kochsalz sind häufig; ferner wird der so häufig im Thon vorkommende Schwefelkies zur Bildung von schwefelsaurem Eisenoxydul, schwefelsaurer Thon- und Bittererde Veranlassung geben. Dazu kommt, dass bei einer Wasseraufnahme im ersten Stadium des Schmauchens aus der Feuerluft sich nebenbei Ammoniaksalze, Alkalisalze, schweflige Säure und Schwefelsäure kondensiren und, wenn nicht Vorsichtsmassregeln gegen eine solche Kondensation getroffen werden, noch im Ofen eine beträchtliche Zuführung löslicher Stoffe auf die Steinflächen gestatten.

Um nun diesem Missstand entgegenzuarbeiten, ist es räthlich, auch beim Ringofenbetrieb ein eigenes Schmauchfeuer zu verwenden; hierbei wird eine Kapelle. oder auch zwei, jede einzeln, so dass hierzu drei Schieber nothwendig sind, von dem in Betrieb befindlichen Ofentheile abgeschlossen und in der Eingangsthür, die zu diesem Zwecke eine weite Oeffnung erhält, um der Luft einen recht vollen Zutritt in den Ofen zu gestatten, ein Schmauchfeuer auf einem provisorisch angelegten Rost angezündet. Die heisse Luft tritt in die frisch eingesezten Ofenkammern ein, und die durch dieselbe ausgetriebene Feuchtigkeit entweicht anfangs aus den geöffneten Heizlöchern nach oben, später, nachdem diese geschlossen und die Glocke der betreffenden Abtheilung gezogen, durch den Schornstein. Eine andere Art, die Feuchtigkeit auszutreiben und dadurch Anflüge zu vermeiden, besteht darin, dass die Eingangsthüren sofort nach dem Vollsetzen der Kapelle geschlossen werden und auf jedes der Heizlöcher ein kleiner Schmauchofen aufgesetzt wird, so dass warme Luft an allen Theilen des Gewölbes in den Ofen eintreten kann; die ausgetriebene Feuchtigkeit entweicht dann vom Anfang an durch die geöffnete Glocke nach dem Schornstein.

Die Schmauchofen bestehen aus Cylindern von Gusseisen von circa 40 cm. Höhe und 20 cm. Weite, welche in ihrem unteren Theile einen Rost tragen und in die Sandnute des Heizloches eingesetzt werden. Auf den Rost wird nun ein Feuer angemacht und die durch die Esse durch alle Heizlöcher in die Ofenkammer eingesogene Luft kann nicht auf andere Weise in dieselbe gelangen, als dass sie diese kleinen Feuer durchdringt und sich an denselben erwärmt.

Eine dritte Art des Schmauchens wird durch einen einzigen, auf dem Gewölbe stehenden und auf Rädern transportablen oder tragbaren grössern Schmauchofen ausgeführt. Dieser besteht aus einem Blechcylinder, der innen mit Chamotte ausgefüttert ist, so dass ein 25—30 cm. weiter und 1 Meter tiefer Brennschacht entsteht, der am Boden durch einen Rost geschlossen ist. Die obere Oeffnung dient als Einschüttungsöffnung für das Brennmaterial und ist durch eine eiserne Scheibe zu bedecken; dicht unter

Digitized by Google

der obern Oeffnung sind 4 seitliche Röhren für den Abzug der heissen Feuerluft angebracht, die mittelst aufgesteckter Knieröhren mit 4 Heizlöchern in Verbindung gesetzt sind und die erwärmte Luft durch den Zug des Schornsteins in den Ofenraum einsaugen.

Zum Abschmauchen wurde endlich auch ein eigner Schmauchkanal zwischen Ofenkanal und Rauchsammler angelegt, wobei die zum Trocknen benutzte warme Luft den leeren und in Abkühlung begriffenen Ofenabtheilungen entnommen wurde.

Trotz der vielfachen Bestrebungen, im Ringofen durch einen durchaus genügenden Schmauchprozess ein untadelhaftes Brennresultat zu erhalten, hat sich doch herausgestellt, dass in gewissen untern Partien der Ofenkammern alle bisher angewendeten Mittel nur zweifelhafte Resultate ergaben; so wurde man in neuster Zeit veranlasst, zu Schmauchfeuern in den Thüröffnungen zurückzugreifen resp. dieselben neben dem obern Schmauchkanal anzuwenden.

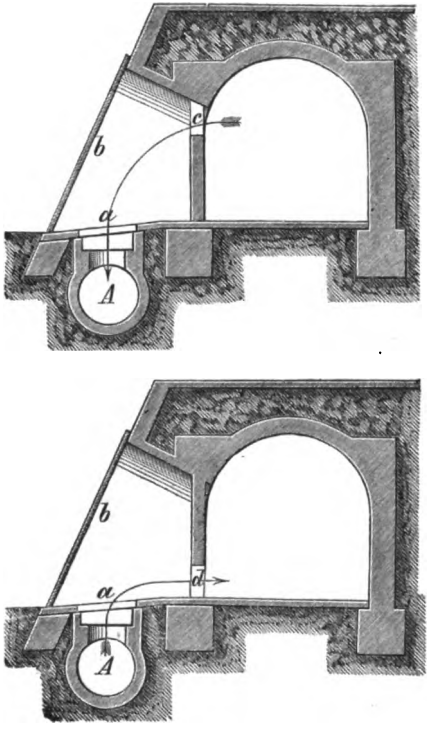
In der Instruktion zum Befeuern und Betriebe des Ringofens heisst es in dieser Hinsicht: „Die Unterhaltung solcher besonderen Schmauchfeuer kostet Arbeit und Brennmaterlal und kann sehr wohl vermieden werden, wenn jene Wärme, die in den der Abkühlung unterworfenen Steinen noch aufgespeichert und sonst nicht mehr verwendbar ist, an Stelle der Schmauchfeuer in die Thüröffnungen der betreffenden Ofenabtheilung übergeleitet wird. Zu diesem Zweck dient der sogenannte untere Schmauchkanal". In der Nähe der untern Ofensohle wird ein ringförmig in sich zurückkehrender Kanal A angelegt und nach Bedürfniss mit dem Innern der Ofenkammern in Verbindung gebracht. Der in Fig. 60 dargestellte Schmauchkanal A kommunizirt mit der schliessbaren Oeffnung a mit jeder Eintragthüröffnung des Ringofens, wird aber meistens luftdicht und sicher geschlossen. Wird dieser Verschluss bei a aber beseitigt, die Oeffnung in der schrägen Aussenwand bei b durch Eisen oder auch eine blechbeschlagene Holzwand verschlossen, so kann eine Cirkulation der warmen Luft aus dem Ofenkanal in den Schmauchkanal und umgekehrt stattfinden. In die gemauerte Schildwand einer entleerten Kammer wird dann bei c im obern Theile derselben eine Oeffnung eingebrochen, während die Schildwand bei der abzuschmauchenden Kammer eine gleichgrosse Oeffnung am Boden bei d erhält. Aus der Ofenabtheilung, aus welcher die warme Luft entnommen wird, tritt letztere durch den obern Theil der Schildmauer heraus und gelangt durch den Schmauchkanal bis zu der mit frischen Steinen besetzten Abtheilung, in welche sie durch den untern, offen gelassenen Theil der Schildmauer eintritt.

Auf welche Weise auch das Abschmauchen geschehen mag, jedenfalls muss es soweit fortgesetzt werden, bis der Einsatz genügend abgetrocknet und erwärmt ist, dass in keinem Theile ein nachheriges Niederschlagen von Feuchtigkeit aus der Feuerluft auf die Steinflächen stattfinden kann,

Digitized by Google

wenn nicht der Zweck vollständig verfehlt werden soll: reinfarbige für den Rohbau verwendbare Backsteine zu erzielen. Ist das Schmauchen zwischen den Schiebern vollendet, was in der Regel 48 Stunden erfordert, so wird die abgeschmauchte Abtheilung durch Wegziehen des einen Schiebers in den Bereich des Feuers gebracht und mit dem separaten Schmauchen einer weiteren eingeschlossenen Abtheilung begonnen[1]).

Fig. 60.



Auszug aus dem Gutachten der Professoren Dr. Bolley und Gladbach von Zürich über einen von Boudery d'Ivernois in Horn bei Rorschach gebauten Ringofen nach Licht und Hoffmann.

Was zunächst den Grundgedanken betrifft, der den Ringofen hervorrief, so finden sie diesen wiederkehrend in den verschiedensten Modifikationen in der Kalk- sowohl als Ziegelbrennerei. Es ist einfach der, bei nicht gelöschtem Feuer das Eintragen des Rohmaterials und das Ausziehen

[1]) Nach Dr. Segers deutscher Töpfer- und Zieglerzeitung; eine sehr eingehende theoretische Betrachtung über den Schmauchprozess im Ringofen siehe Notizblatt für Ziegler etc. 1875 S. 168.

Digitized by Google

des Produktes bewirken zu können. Dass mit einem solchen kontinuirlichen Betriebe eines Kalk- oder Backsteinbrennofens wesentliche Vorzüge verknüpft sind, liegt auf der Hand.

Diese Vortheile sind zunächst Brennmaterialersparniss und Zeitersparniss. Begreiflicherweise stellt sich die Bedingung, dass den gebrannten Steinen und Ziegeln ihre Form erhalten werde, als ein Hinderniss gegen mehrere Wege dar, welche zum Kalkbrennen in ununterbrochenem Gange leicht können eingeschlagen werden. Wenn wir z. B. in einem Schachtofen mit langem Feuer Kalksteine, die wir oben aufschütten und unten ausziehen, bei gehöriger Abstimmung der Zeit, die sie im Ofen zu verweilen haben und bei gehöriger Wahl des durchschnittlichen Kalibers der Steine, ganz untadelhaft brennen können, so ist dies Verfahren für Backsteine natürlich unzulässig.

Ist in einem solchen Schachtofen der senkrecht angedeutete Hohlraum so beschaffen, dass er sich zu unterst enge schliesst und an der Sohle Oeffnungen hat zum Ausziehen des Produkts, dass ferner in ¼ der Höhe von der Sohle aufwärts die Füchse der Feuerungen einmünden, so ist der doppelte Vortheil erreicht, dass die Steine über diesen Füchsen im Verhältniss ihres Niederganges erwärmt werden und dass sie, von der Ebene der Feuerungen bis zur tiefsten Stelle des Ofens niedersinkend, Zeit zur Abkühlung haben.

Im Hoffmann-Licht'schen Ofen ist nun der glückliche Griff verwirklicht, das zu brennende Material ruhen zu lassen, während man das Feuer von Stelle zu Stelle und nach einiger Zeit an den gleichen Platz zurückkehrend wandern lässt; die Kreis- oder besser Ringform des Ofens ist damit als nothwendig vorgezeichnet.

Nach einer speziellen Beschreibung der Oefen wird der Gang des Betriebes geschildert und dabei bemerkt, dass jede Ofenabtheilung 6400 bis 6500 Backsteine (300 mm. lang, 145 mm. breit, 60 mm. dick), oder circa 7000 Thonplatten oder 22,5—25 Kbm. Kalk fasse.

Was die Dauer des Brennens betrifft, so ist sie veränderlich, je nach der Natur des zu brennenden Materials, ob leicht brennbare oder schwer brennbare Thone, ob Steine oder Kalk zu brennen sind, nach dem Feuchtigkeitsgrade beim Einsetzen und dem beabsichtigten Produkte, ob hart gebrannte Steine oder gewöhnliche geliefert werden sollen etc. Es ist aber durch Erfahrung festgestellt, dass sie bis auf 20 Stunden herunter gebracht werden kann, und dass gewöhnliche Steine, stark vorgewärmt, selbst noch in geringerer Zeit gebrannt werden können. Wie produktionsfähig der Ringofen gegenüber einem gewöhnlichen Ofen sei, wird durch eine Parallele nachgewiesen; der erstere lieferte in 56 Tagen, während welcher Zeit 36 Ofen-Abtheilungen betrieben waren, 221 600 Steine und 116 Fass gebrannten Kalk, der letztere gab in derselben Zeit höchstens 86 000 bis 116 000 Steine.

Digitized by Google

Nachdem nachgewiesen ist, dass selbst die Licht- und Hoffmann'schen Oefen in bezug auf Produktionsfähigkeit die sogenannten Feldbrände, die als unrationell verworfen werden, überflügeln, werden die Oefen auch für sehr brauchbar zur Kalkbrennerei bezeichnet und wird bemerkt:

In den Ringöfen können abtheilungsweise Kalk und Ziegel eingesetzt werden, sie sitzen nebeneinander, nicht übereinander, von den Gefahren für Aneinanderkleben und Einsturz ist keine Rede. Die Kunst des Heizers besteht darin, dass er kräftiger feuere, weil der Kalk grösserer Hitze bedarf. Es kann hier das Gleichgewicht im Gange des Ofens unmöglich gestört werden, weil der einzige Effekt von einer etwas längeren oder stärkeren Feuerung einer Abtheilung der sein kann, dass die nächstfolgenden höher erhitzt werden, also um so kürzerer Brennzeit bedürfen.

Beim Kalkbrennen ist es nach alter Erfahrung von Wichtigkeit, dass die ausgetriebene Kohlensäure möglichst schleunig entfernt werde und nicht stagnirend die Kalksteine umgebe. In dem Ringofen findet ein lebhafter Zug statt, der diese Funktion des Abführens der Kohlensäure sehr vollständig verrichtet. Es ist einleuchtend, dass alle erwähnten guten Eigenschaften in Nichts zusammenfallen würden, wenn er höhere Betriebskosten veranlasste, als andere Oefen. Der Kardinalpunkt bei dem Ziegelbrennen, wie bei allen pyrotechnischen Operationen ist aber Brennmaterialersparniss.

Verfolgen wir zuerst, soweit es in Kürze geschehen kann, den theoretischen Nachweis. Wir glauben zwar nicht, dass das auf den Ringofen passe, was A. Türrschmitt über das pyrotechnische Prinzip desselben in seinem, viele Einsicht beweisenden und Ueberzeugung erweckenden Bericht sagt: „Dieser Ofen ist ein modifizirter Generatorofen, bei welchem ein Theil der zuströmenden heissen Luft das Brennmaterial vergast, während ein anderer Theil die Gase verbrennt.“ Könnte die Bezeichnung Generatorofen in diesem Sinne aufgefasst werden, so wäre jeder Hohofen mit heissem Winde ein Generatorofen. Die Generatoröfen setzen voraus 1. unvollkommenen Luftzutritt zum Brennmaterial, damit sich nicht Kohlensäure sondern nur Kohlenoxyd nebst anderen brennbaren Gasen in der Feuerstätte bilden kann, 2. Zumischung neuer Luft, auf einer zweckmässig gewählten Stelle auf dem Wege der noch auf ihrer Entzündungstemperatur befindlichen Gase. Beides findet beim Ringofen eigentlich nicht statt, weder unvollkommener Luftzutritt vor den Feuerstätten, noch neue Luftzufuhr hinter denselben.

Die vortheilhafte Brennmaterialkonsumtion, d. h. möglichste Erhöhung des nutzbaren Heizeffektes, ist wesentlich auf zwei Gründe zurückführbar;

1. Speisung des Feuers mit erhitzter Luft,
2. Benützung der abgehenden Wärme zum Vorwärmen.

a) Betrachten wir zuerst den Effekt der Speisung des Feuers mit heisser Luft.

Digitized by Google

1 Ztr. Steinkohle möchte im Mittel der verschiedenen Qualitäten 1000 Pfd. Luft zur vollständigen Verbrennung bedürfen (nach Brix). Nehmen wir an, diese Speisungsluft müsste durch die Hitze, die das Brennmaterial selbst erzeugt, auf die Temperatur gebracht werden, die in der Feuerstätte stattfindet, so würde begreiflicher Weise eine gewisse Wärmemenge jenem entzogen. Wenn aber die Luft schon auf 300 Grad C. erwärmt in den Brennraum eintritt, und das dürfen wir als das Geringste annehmen, was im Ringofen erreicht wird, so wird der Heizeffekt des brennenden Zentners Steinkohlen um denjenigen Werth erhöht, der der Wärmemenge gleichkommt, die dem Brennmaterial entzogen werden müsste, wenn es selbst die Lufterhitzung auf 300 Grad C. zu bewirken hätte.

Um 1000 Pfd. Luft auf 300 Grad C. zu erwärmen, bedarf es aber eben so viel Wärme, als um 0,2669 . 3 . 1000 Pfd. Wasser, d. h. 800,7 Pfd. Wasser von 0° auf 100° zu erhitzen, und dazu bedürfen wir (den theoretischen Nutzeffekt der Steinkohlen im Mittel auf 8000 Calorien angenommen) annähernd 10 Pfd. Steinkohle. Es werden also 10 pCt. des Brennmaterials dann erspart, wenn wir annehmen, die Speiseluft trete in die Heizräume mit einer Temperatur von 300° C.

b) Der Erfolg der Benutzung der Rauchgase zur Vorwärmung lässt sich ebenfalls annähernd bestimmen, wie folgt:

Bei der Vorwärmung geschieht zweierlei: im ersten Stadium wird Feuchtigkeit in Dampf verwandelt, im zweiten wird Wärme in den Steinen angehäuft. Den ersten Faktor können wir leichter ermitteln, als den zweiten. Es darf angenommen werden, dass die lufttrockenen Steine im Mittel 12 pCt. Feuchtigkeit enthalten. Es sind also unter dieser Annahme in einer Ofenabtheilung von 6400 Steinen 768 Pfd. Wasser vorhanden; der nutzbare Heizeffekt von 1 Ztr. Steinkohle variirt nach deren Qualität zwischen 650—890, d. h. es können durch 100 Pfd. Steinkohle 650—890 Pfd. Wasser von 0° in Dampf verwandelt werden. Wenn wir daher annehmen, 768 Pfd. Wasser bedürfen eines Zentners Steinkohle, so werden wir uns von der Wahrheit nicht sehr weit entfernen. In den 36 Abtheilungen werden also 36 Zentner Steinkohlen dadurch erspart werden, dass die Feuchtigkeit durch abgängige Wärme ausgetrieben wird.

c) Unsicherer sind unsere Mittel zur Bestimmung des Effektes der Vorwärmung, nachdem alle Feuchtigkeit ausgetrieben ist. Wir können annehmen, dass eine Temperatur von 700°, d. h. schwache Weissglühhitze, zum Brennen gewöhnlicher Ziegel nöthig ist. Es wiegen die 6400 Backsteine, aus welchen die Feuchtigkeit bereits ausgetrieben ist, nach unserer Annahme 8,8 . 6400 = 56 320 Pfd. Die spezifische Wärme des Thons mag etwa ⅕ von der des Wassers betragen. Ein Pfund Thon bedarf, um auf 700° C. erhitzt zu werden, eben so viel Wärme als 3,50 Kilogr. Thon, um auf 100° C. erhitzt zu werden, und dazu ist nothwendig ⅕ der Wärme, die man nöthig hat, um 7 Pfd. Wasser von 0° auf den Siede-

Digitized by Google

punkt zu erhitzen. Wir brauchen also $\frac{7 \cdot 100}{5}$ d. h. 140 Wärmeeinheiten für die Erhitzung von 1 Pfd. Thon auf 700° C. In einer Ofenabtheilung haben wir aber 56 320 Pfd. Thon und die Gesammthitze, die theoretisch gefordert wird, ist $56\,320 \cdot 140 = 7\,884\,800$ oder annähernd 8 Millionen Wärmeeinheiten. Den theoretischen Effekt der Steinkohlen wie oben zu 8000 Calorien angenommen, bedürfte es zum Brande für eine Ofenabtheilung theoretisch nur 10 Ztr. Steinkohlen. Nehmen wir aber an, dass die Steine in der Ofenabtheilung, welche von der in Heizung begriffenen am nächsten vorwärts liegt, bis auf 300° C. vorgewärmt sind, so wird von diesem theoretischen Konsum $^3/_7$ erspart.

Dies berechnete Resultat in die Praxis zu übertragen, ist etwas unsicher, wir wollen jedoch, uns vor jeder Uebertreibung hütend, einen Versuch machen. Der Konsum an Brennmaterial, wie er sich in der Praxis bei ähnlichen Geschäften, wie das Ziegelbrennen, herausstellt, ist immer wenigstens doppelt so gross, als der theoretisch berechnete. Die Absorption und Ausstrahlung der Ofenwände, die Erwärmung der Speisungs-Luft, die Feuchtigkeit des Brennmaterials, die Wärme, welche unvermeidlich mit den Rauchgasen weggeht und weggehen muss, wenn der Kamin funktioniren soll, alles dies sind Gründe, welche die grosse Differenz zwischen Rechnung und Wirklichkeit bewirken. Es reduzirt sich die Ersparniss durch das Vorwärmen der vorher schon trocken gewordenen Steine von $^3/_7$ also auf $^3/_4$ oder 21¼ pCt., wobei wir freilich ausser Acht lassen, dass auch den Ofenwänden etwas von der Vorwärmung zukommt.

Wir haben also die drei Hauptfaktoren der Brennmaterialersparniss dargethan:

a) den Eintritt heisser Luft in den Heizraum,

b) Austreibung der Feuchtigkeit der lufttrockenen Steine ohne besonderes Feuer,

c) die Temperaturerhöhung, die sie erfahren, ehe das Heizen der betreffenden Ofenabtheilung beginnt.

Die Ausdrücke, die wir erhielten, sind nicht direkt addirbar, weil wir für a und c Prozente von dem Brennmaterialaufwand fanden, während wir eine bestimmte Grösse des Faktors b für die einzelnen Ofenabtheilungen erhielten. Führen wir dies auch in Prozenten um. Wir erhielten das Resultat, dass zur Austreibung der Feuchtigkeit in jeder Ofenabtheilung 1 Ztr. Steinkohle nöthig wäre, welcher erspart wurde durch die Benutzung der abziehenden Gase und haben bei der Untersuchung ad c gefunden, dass die Theorie etwa 10 Ztr. Steinkohlen für das Brennen einer Ofenabtheilung erforderte. In Prozenten ausgedrückt, wäre die bei Austreibung der Feuchtigkeit erzielte Ersparniss daher = 1.

Digitized by Google

Wenn wir also ad a 10 pCt.
- b 1 -
- c 21⅞ -

Zusammen 32⅞ pCt.

Brennmaterialersparniss berechnen, so ist damit, mögen bei der Unsicherheit der Grundlagen derartige Rechnungen immerhin einigen Schwankungen unterliegen, doch evident dargethan, dass eine bedeutende Brennmaterialersparniss nothwendig eintreten muss. Das hier berechnete Resultat kann und soll aber nicht den Sinn haben, dass in der Praxis nicht mehr Prozente Ersparniss gemacht werden können. Im Gegentheil, es müssen viel mehr gemacht werden. Was die Rechnung sagt, ist folgendes: Haben wir einen Ofen a, in welchem die Speisungsluft erwärmt und die Steine völlig wasserfrei und schon stark erhitzt zum Brennen gelangt sind, und einen Ofen b, der ohne alle weiteren Wärmeverluste mit kalter Luft und nur lufttrockenen Steinen arbeitet, so ergiebt sich diesem gegenüber für a eine Brennmaterialersparniss von 32⅞ pCt. Brennmaterial. Wir haben aber schon anderwärts hervorgehoben, dass noch enorme Wärmeverluste in den gewöhnlichen Oefen stattfinden, so dass das doppelte des Brennmaterials als wirklich verbrannt angenommen werden muss, welches zur Erreichung der Effekte nothwendig ist, die wir im Ofen b ausgeführt denken. Es kann demnach die Ersparung auch auf das Doppelte des berechneten Resultates angeschlagen werden. Das letztere ist wirklich durch die Erfahrung dargethan. Obgleich die in Horn erhaltenen Resultate, als unter ungünstigen Umständen gewonnen, angesehen werden müssen, so kann man sich doch nur auf sie als die einzigen zuverlässigen Mittheilungen berufen.

Die ungünstigen Umstände sind die, dass die im vorigen Spätherbst gemachten Brände in den erst im Frühjahr v. J. neu erbauten Oefen und mit nicht hinlänglich getrockneten Steinen vorgenommen werden mussten, und dass der Gang des Ofens im Frühjahr d. J. beobachtet wurde, als er nicht länger als 12 Tage wieder angezündet war.

Im vorigen Jahre brannte man Holz, Braunkohlen und Steinkohlen. Das Holz war von Tannen, in bayer. Klaftern gemessen. Rechnet man das Gewicht einer Klafter auf 25 Ztr.; die Braunkohlen, welche im Osten der Schweiz sich befinden, können höchstens zu ⅓ Steinkohlenwerth und das Tannenholz zu ⅜ Steinkohlen angesetzt werden. Führt man die drei Materialien auf Steinkohlen zurück, so ist eine Klafter Tannenholz ⅜ . 25 = 16,7 Ztr. Steinkohle und 2 Ztr. Braunkohle = 1 Ztr. Steinkohle zu setzen.

Es wurden in den oben erwähnten 3 Umgängen im vorigen Herbst während 56 Tagen gebraucht:

Digitized by Google

60	Klafter	Tannenholz	= 1000	Ztr.	Steinkohle
72	Zentner	Braunkohle	= 36	-	-
18	-	Steinkohle	= 18	-	-
			1054	Ztr.	Steinkohle

dies ergiebt für jeden der 36 Brände 32,1 Ztr. Steinkohle.

In Berücksichtigung, dass 2 Abtheilungen mit Kalk beschickt waren, für welche der doppelte Konsum von Brennmaterial angenommen werden muss und die daher doppelt in Rechnung kommen, stellt sich der Verbrauch für eine Abtheilung noch günstiger.

In diesem Jahre wurde nur mit Holz angefeuert, die Heizung aber mit Steinkohlen fortgeführt. Bei einer Abtheilung wurden 21⅛, bei einer anderen 25⅛ Ztr. Steinkohlen gebraucht, die Ermässigung des Brennstoffverbrauchs ist also ziemlich beträchtlich.

Hält man nun das vorjährige ungünstige Resultat zusammen mit den Ergebnissen in gewöhnlichen Oefen, in denen 18 000 Stück Backsteine durchschnittlich 16 Klafter Holz bedürfen, während zum Brennen von 247 200 Steinen im Ringofen etwa 63⅞ Klafter Holz gebraucht wurden, so wurden in den gewöhnlichen Oefen für 1000 Steine 0,88, in den neuen für 1000 Steine 0,257 Klafter Tannenholz verwendet, was 4,3 Ztr. Steinkohlen entspricht.

Am Schlusse des betreffenden Gutachtens wird die Ueberzeugung ausgesprochen, dass noch von keiner der früheren Ziegelofen-Konstruktionen für Wohlfeilheit der Anlage, Ersparniss an Zeit oder Produktionsfähigkeit und Brennmaterialersparniss das geleistet worden ist, was mit dem Hoffmann-Licht'schen Ofen erzielt wurde, und zweifle man nicht, dass überall, wo fabrikmässiger Betrieb zulässig ist, sich die wichtige Erfindung Eingang verschaffen werde[1]).

In neuester Zeit hat der Hoffmann und Licht'sche Ziegelbrennofen vielfache Modifikationen erfahren, die in dem Aufgeben der Rundform und in der Vermehrung der Ofenabtheilungen gipfeln; so wurde in Aylesford bei Maidstone in England eine Ziegelei zur Ausführung gebracht mit 16 Abtheilungen und elliptischer Form; englische Zeitschriften wie auch die „Revue universelle des mines" besprachen die guten Resultate dieser neuen Veränderungen. Fig. 61 giebt einen solchen Ofen neuester Konstruktion.

Auch doppelte Ringöfen sind in Gebrauch gekommen, indem man den Raum zwischen Schornstein und Ofenkanal zur Anlage eines zweiten Brennkanals benutzt; diesen inneren Ring verwendet man dann wohl zum Kalkbrennen, und finden dessen Brennkammern ihre Beschickung nicht seitlich, sondern von oben. Es sollen jedoch mit dieser Anlage die Nachtheile

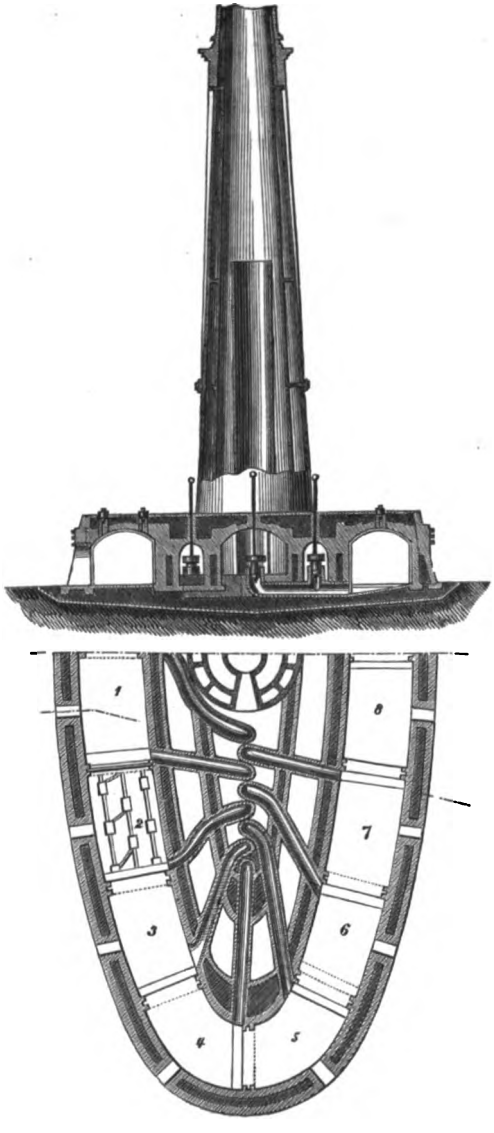
[1]) Die neueste theoretische Untersuchung des Nutzeffektes eines Ringofens gab Ingenieur Olschewsky in der General-Versammlung des deutschen Ziegler-Vereins des Jahres 1878; diese befindet sich im Notizblatt desselben Jahres S. 175.

Digitized by Google

verknüpft sein, dass das Feuer zu schnell um den inneren Ring cirkulirt und die Hitze zu intensiv wird.

Auch hat man Doppelöfen, bei denen eine doppelte Anzahl von Kammern in einem Ringe liegen, und liegen die Kammern dann hintereinander.

Fig. 61.



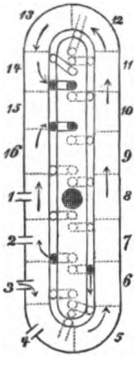
Digitized by Google

In England hat man bei den Ringöfen in neuester Zeit unter Hinweglassung des Schornsteins und des Rauchsammelkanals einen Exhaustor zur Erzielung des nöthigen Luftzugs verwedet, auch Gebläseventilatoren lassen sich zu gleichem Zweck am Ringofen anbringen.

Nothwendig ist es, bei diesen Oefen einen kolossalen Schornstein anzulegen, der einen kräftigen Zug hervorzubringen im Stande ist, um bei dem äusserst langen Feuerzuge die Dämpfe zu entführen, welche durch das Trocknen der Ziegel entstehen; nothwendig ist es ferner, diesen Schornstein durch Isolationsschichten gegen äussere Abkühlung der innern Temperatur zu schützen, und hierdurch wird die Anlage eine äusserst kostspielige; der Schornstein, über 34 m. hoch, bedarf selbstverständlich einer grossen Wärmemasse, um den erforderlichen Effekt zu ermöglichen.

So vorzüglich die Licht und Hoffman'schen Oefen auch sind, so eigneten sie sich doch lange nur zur Massenproduktion. Von ihrer Ringform ist man ganz zurückgekommen und möchte wohl die beste Form die sein, welche in nebenstehender Skizze Fig. 62 dargestellt ist, wobei man selbst die Ofenabtheilungen bis auf 20 vermehren kann.

Fig. 62.



Angebault-Justeau in Ancenis (Frankreich) hat vor Hoffmann und Licht kontinuirliche Ziegelöfen erbaut, welche die Skizze Fig. 63 darstellt. Da keine neuen Momente bei dieser Anlage hervorzuheben sind, möchte eine speziellere Besprechung dieser Oefen unnöthig erscheinen.

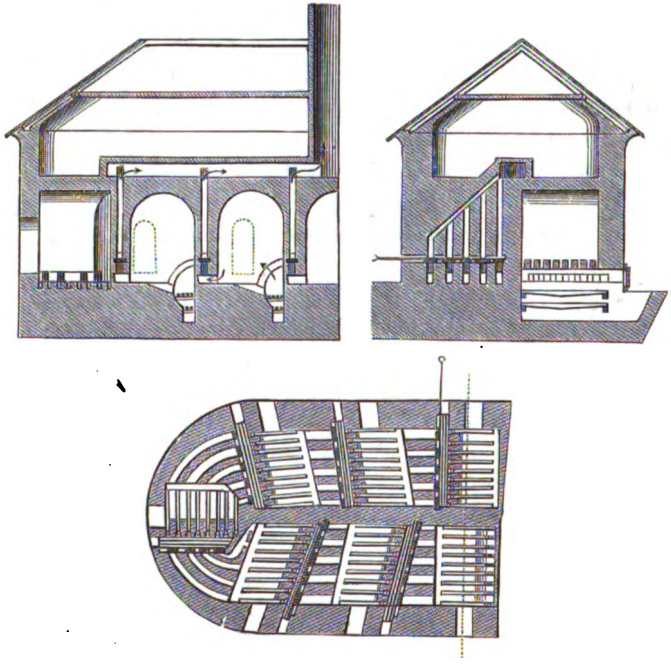
Nach dem „Genie industriel", der eine eingehende Besprechung dieser Ziegelöfen im Jahrgange 1865 bringt, können monatlich in denselben 275 000 Ziegel gebrannt werden.

Nachdem bereits auf die Ziegelöfen von Villeneuve le Roi hingewiesen wurde, die das Prinzip, nach dem die eben besprochenen Oefen erbaut sind, schon lange zur Anwendung brachten, bedauern wir, dass keine Nachrichten über die Brennresultate jener so wichtigen Oefen vorliegen; auch ist uns nicht bekannt, ob die Franzosen jene wichtigen Winke, die sie der Beschreibung ihrer Oefen beigaben, zur Realisirung brachten und dadurch weitere Fortschritte in der Brenntechnik der Ziegelwaare ermöglichten, wie dies bei den **Bührer und Hamel'schen Parallelöfen mit Ventilatorenbetrieb** der Fall ist; diese Oefen ersetzen den Schornstein, der stets viel Hitzegrade bedarf, um den gehörigen Zug zu ermöglichen, durch einen Ventilator und beseitigen auf diese Weise jeden Wärmeverlust; sie vermehren die Anzahl der Ofenabtheilungen, verlassen dadurch gezwungen die Ringform und ordnen Oefen an, die im Grundriss eine vollkommen rektanguläre Form besitzen, so dass das Einsetzen der zu brennenden Steine erleichtert ist und die Feuerungsöffnungen in der Decke viel gleichförmiger vertheilt werden können, so dass jedes dieser Löcher eine voll-

Digitized by Google

ständig gleiche Beschickung durch das Brennmaterial erfährt. Der Winterbetrieb, der bei allen vorher beschriebenen Oefen bei sehr starker Kälte illusorisch wird und mit vielen Umständen, wie durch vielfaches Umsetzen der zu trocknenden Steine verbunden ist, erscheint in den Bührer'schen Oefen durchaus gesichert. Fig. 64 stellt die Oefen in ihrem Grundriss und Durchschnitt dar.

Fig. 63.

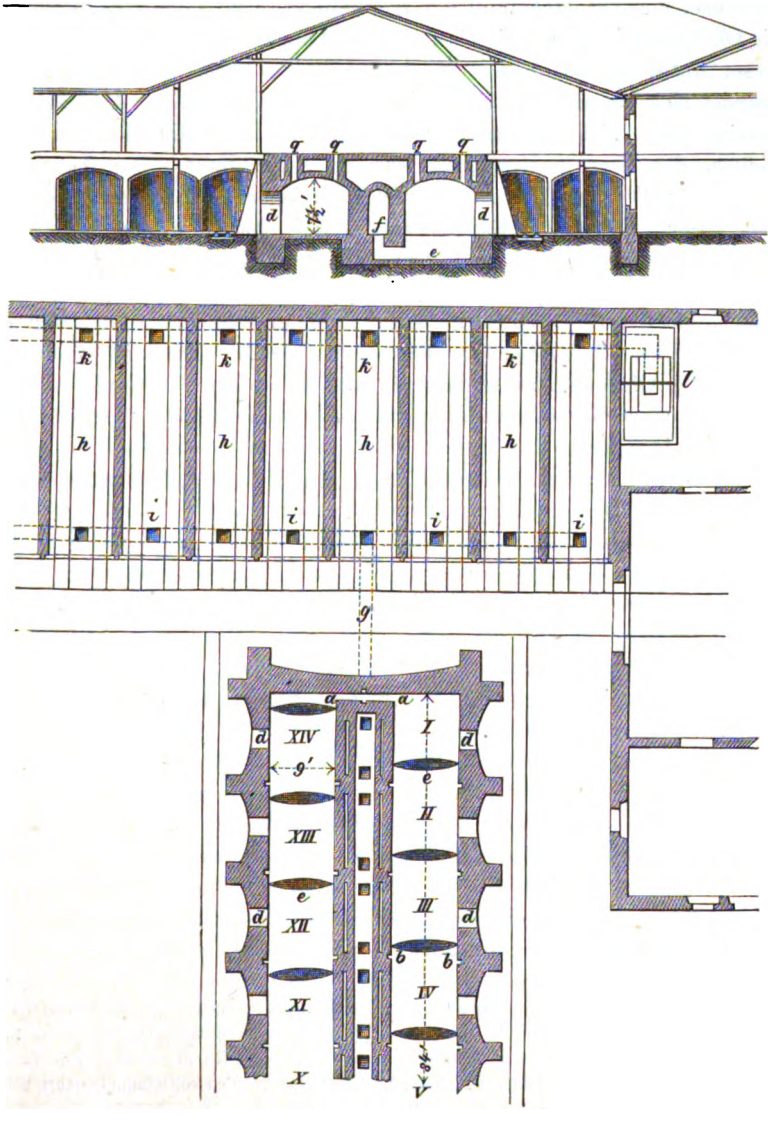


Der Brennraum besteht aus zwei Parallelkanälen, die an beiden Enden mit den Schlitzen a a in Verbindung gebracht sind; sie sind 3 m. breit, 28,7 m. lang und bis zum höchsten Punkt des Gewölbes 2,5 m. hoch; diese Parallelkanäle sind durch die Schieberschlitze b b in 14 Abtheilungen von je 4 m. Länge von I—XIV getheilt; jede nimmt 3000 Backsteine von 300 mm. : 145 mm. : 60 mm. in sich auf. Zum Absperren der einzelnen Abtheilungen dient ein eiserner Schieber, der in die Schieberschlitze b b herabgelassen werden kann; um die Parallelkanäle von einander zu trennen, dient ein kleiner Schieber in den Schieberschlitzen a a. In den Gewölbedecken jeder Abtheilung befinden sich acht Schürlöcher q q, das Gewölbe senkrecht durchbrechend, und von hier wird die Befeuerung der Oefen

Digitized by Google

vorgenommen; die Schürlöcher können mit Deckeln, in Sand gesetzt, geschlossen werden. Das Einsetzen der Steine geschieht durch die Sandthüren d d und sind diese während der Brennzeit mit doppelten Mauern und Sandschüttung vollständig dicht geschlossen. Gleichlaufend mit den

Fig. 64.



Digitized by Google

Parallelkanälen liegt in Mitte derselben ein allgemeiner Rauchsammelkanal, der mit tiefen in den Boden einschneidenden Schlitzen e e durch die Oeffnungen f f mit den einzelnen Abtheilungen in Verbindung steht; die Raucheinleitungsöffnungen f f können durch gut schliessende Schieberdeckel von starkem Eisenblech geschlossen oder geöffnet werden. Der Rauchsammelkanal steht mit einem weiteren, unter der Erde liegenden Kanal g in Verbindung und tritt in die Trockenkapellen h h ein und durchzieht dieselben, einen rechten Winkel mit g bildend, der Länge nach, und durch die Oeffnungen i i, die mit eisernen Schiebern regulirbar sind, kommunizirt dieser Kanal mit allen Trockenkapellen; in der Tiefe der Trockenkapellen befindet sich ein weiterer Parallelkanal mit den Oeffnungen k k, in dessen Verlängerung bei l ein Ventilator sich befindet, der, durch Dampfkraft getrieben, den Zug in dem ganzen Ofensystem erzeugt. Die Thüren der Trockenkapellen, aus Eisenblech und Holz konstruirt, können hermetisch geschlossen werden; die Kanalöffnungen in k sind durch aufgelegte Steinplatten schliessbar[1]).

Die Gewölbe sind mit feuerfesten Steinen hergestellt, das innere Mauerwerk der Brennräume ist mit Lehmmörtel gemauert; um ein Ausweichen der Umfassungsmauern der Ofenkanäle zu verhindern, sind Strebepfeiler am Ofen angeordnet und die Zwischenwände in flacher Gewölbeform zwischen die ersteren eingespannt. Das Lokal für die Ziegelpressmaschine ist durch eine Querrollbahn mit den Trockenkapellen sowohl, als mit den einzelnen Ofenabtheilungen durch Schienenstränge verbunden, so dass eine allseitige Kommunikation hierdurch vermittelt ist. Neben der Ziegelpressmaschine liegt die Dampfmaschine; vom Dampfkessel werden die Verbrennungsgase durch einen Kanal mit in die Trockenkapellen durch den Ventilator eingeführt und dienen mit zum Trocknen der frisch geformten Ziegelwaare, so dass auch hier ein Schornstein nicht vorhanden ist; der ganze Ofenkomplex ist mit einer leichten Dachung gegen die Witterung geschützt und kann der so entstandene gedeckte Raum im Sommer mit zum Trocknen verwendet werden.

Denken wir uns nun die Oefen in Betrieb, so finden die verschiedenen Funktionen, wie das Einsetzen der Ziegelwaare, Vorwärmen, Brennen, Abkühlen und Austragen derselben zu gleicher Zeit statt; während z. B. in der Ofenabtheilung XIII die Steine eingesetzt werden, wobei gegen XII in b b der grosse Schieber die beiden Ofenabtheilungen trennt, werden die gebrannten abgekühlten Steine der Ofenabtheilung XIV ausgetragen, wobei natürlich die Sandthüren von XIII und XIV geöffnet sein müssen und die

[1]) Der hier mitgetheilte Trockenapparat ist seiner Zeit vielfach angefochten worden; eine Autorität in der Zieglerbranche, H. Menzing, hat jedoch, ohne Widerspruch zu finden, in der General-Versammlung des Vereins für Fabrikation von Ziegeln 1878 dieses künstliche Trockensystem auf das Wärmste empfohlen und bezeichnet dasselbe als sich vollständig bewährt habend. Vergleiche das Notizblatt 1878. S. 47.

Digitized by Google

Abtheilung XIV gegen I durch den kleinen Schieber in dem Falz bei a abgestellt ist. Abtheilung I ist mit bis auf einen gewissen Grad abgekühlten Steinen gefüllt, Abtheilung II enthält nahezu noch glühende Steine, Abtheilung III fertig gebrannte und Abtheilung IV ist eben ausgebrannt; in Abtheilung V selbst werden die stark vorerhitzten Steine wirklich gar gebrannt. In Abtheilung VI, VII, VIII, IX sind die eingesetzten Steine stark und abnehmend weniger stark vorgewärmt, während in X bis XI der Abdampfungsprozess erst beginnt und in XII selbst die Steine erst eingetragen sind. In Abtheilung I ist die Sandthür, in Abtheilung VIII und X sind die Raucheinleitungen in den Rauchsammelkanal geöffnet, die andern jedoch alle geschlossen. Wird eine der Trockenkapellen beschickt oder geleert, so sind die betreffenden Einmündungsöffnungen i und k bei offener Thür geschlossen; sonst sind alle in Funktion stehenden Trockenkapellen in ihren Thüren fest gesperrt.

Ist nun der Ventilator durch die treibende Kraft der Dampfmaschine in Thätigkeit, so saugt er mit der ihm gegebenen Geschwindigkeit die äussere Luft durch die geöffnete Sandthür der Abtheilung I ein und wird sich diese an den bereits in Abkühlung begriffenen Steinen zuerst schwach erwärmen, während sie andererseits die völlige Abkühlung der durchströmten Steine übernimmt, durch die weiteren Abtheilungen II, III und IV gehend, erhitzt sich die Luft mehr und mehr und tritt im Glühzustande in die Abtheilung V ein; hier entzündet sie das von oben durch die Schüröffnungen herabgeworfene Brennmaterial und bewirkt das Garbrennen, während sie die Abtheilung VI fast zur Rothgluth bringt, die andern Abtheilungen VII, VIII, IX, X, XI, XII in abnehmenden Graden erhitzt; da nun in den Abtheilungen VIII und X die Raucheinmündungen im Rauchsammelkanal geöffnet sind, so treten die Verbrennungsgase in n ein und werden durch den Rauchabzugskanal g in die Trockenkapellen durch die Schiebeöffnungen i i eingesogen. Die Wärme kann hier zum Trocknen der frisch geformten Steine durch Schieber vollständig regulirt werden, so dass ein allmäliges aber auch vollständiges Abtrocknen erzielt wird; die in den Trockenkapellen sich bildenden Wasserdämpfe werden sofort durch die Oeffnungen k k abgezogen und zu einem Dampfkamin durch den Ventilator ausgeworfen, und hier langen die Dämpfe in einer Temperatur von höchstens 25 Grad R. an und geben den Beweis, dass eine vollständige Ausnützung aller Wärmetheile wirklich stattgefunden hat. Ist die Abtheilung V gebrannt, so rückt der Schieber in den Schlitz e e zwischen I und II, wobei die betreffenden Sandthüren geöffnet oder geschlossen werden müssen; ferner wird die Raucheinmündung der Abtheilung VIII geschlossen, die der Abtheilung IX und XI aber geöffnet, das Garbrennen in Abtheilung VI fortgesetzt und so geht es fort.

Die Regulirung des Zuges kann durch den Ventilator erwirkt werden, ebenso auch durch die Schiebedeckel der Raucheinmündungen im allge-

Digitized by Google

meinen Rauchkanal; zum Betrieb der ganzen Anlage ist Umsicht und Erfahrung eine grosse Hauptsache.

Was die Produktionsfähigkeit der Bührer'schen Oefen anbelangt, so werden in jede Ofenabtheilung, wie dies schon früher erwähnt wurde, 2800 Lehmsteine eingesetzt, wobei unter den in der Decke sich befindenden Schürlöchern ein vertikaler Schacht ausgespart wird, in dem das Brennmaterial, herabfallend, theilweise auf vorspringend eingesetzten Steinen liegen bleibt. Das Garfeuer dauert in jeder Ofenabtheilung acht Stunden, so dass in 24 Stunden in 3 Ofenabtheilungen 8400 Steine gebrannt werden, was jährlich 3 066 000 Steine giebt.

Eigenthümlich und neu ist auch die **Bührer'sche patentirte Molekular-Feuerung**, das Höchste, was vielleicht überhaupt in der Brenntechnik erreicht werden kann. Seitdem man kennen gelernt hatte, dass die Form des Brennmaterials wesentlich auf den Brenneffekt einwirkt, dass z. B. Kugeltorf eine doppelte Hitze im Vergleich zu Tafeltorf entwickelt, weil bei ersterem eine ungehinderte Luftzuströmung die ganzen Brennstoffflächen bis auf wenige Tangentenpunkte umspült, musste man auf weitere bedeutende Ersparnisse von Brennmaterial hingewiesen werden. Die Molekular-Feuerung verwendet das Brennmaterial in kleinster Kugelform unter Zuführung der grössten Massen erhitzter atmosphärischer Luft und liefert der dazu konstruirte Brennapparat ein in jedem Moment stets gleichmässiges regulirtes Feuer, das in jeder Schicht des Ofens, sei es an der Decke, sei es an der Sohle, ganz gleiche Hitzegrade absetzt und dadurch ein noch nie erreichtes gleichmässig gebranntes Material liefert. Beim Feuerungsprozess kann nie äussere Luft mit in die Feuerung treten und gestattet derselbe:

1. Vollständige Regulirung der Flamme in allen Theilen des Ofens, momentane Vergrösserung oder Verminderung der Flamme und momentane Steigerung der Hitze bis zum höchsten Grad der Weissgluth.
2. Vollständiges Verbrennen aller Brennstoffatome, so dass nur ein erdiger Rückstand, eine Art vulkanische Asche verbleibt, also vollständige Rauchverzehrung.
3. Plötzliches Aufhören der Flammen, selbst im Moment wo gerade die grösste Weissgluth erreicht ist.

Diese Staub-Feuerung, von der die Zeitschrift des Bayer. Architekten- und Ingenieur-Vereins[1]) eine specielle Patent-Beschreibung nebst Abbildung gebracht hat, wurde von gewisser Seite (die Alles bekämpft, was nicht in ihren Kram passt), als Schwindel bezeichnet. Schinz, gewiss die grösste Autorität in der Pyrotechnik, führt an, dass diese Methode die einzige sei, welche sich zur Erreichung grosser Hitzegrade eigne.

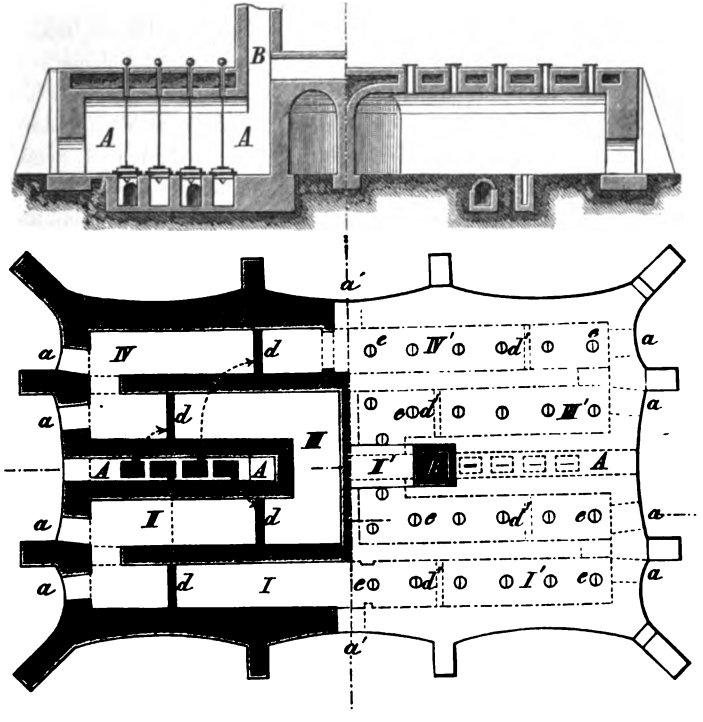
[1]) Jahrgang 1878. S. 50 und Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt 1875. S. 62.

Digitized by Google

In England und Amerika ist übrigens in neuerer Zeit diese Heizung bei Schweiss- und Puddelöfen eingeführt; die Crampton'sche Staubfeuerung ist jedoch nicht mehr rentabel, wenn die Zerkleinerungskosten der Kohlen den Betrag von c. 1 Mark pro 20 Ztr. übersteigen[1]).

Die Bührer- und Hamel'schen Parallelöfen lassen sich mit Anlage eines Schornsteins auch für den Betrieb kleiner Ziegeleien mit geringen Modifikationen umgestalten, wobei die Ofenkanäle bis auf 1,20 m. Breite verengt werden können. Eine Anlage zur Erzeugung von 4—500 000

Fig. 65.



Backsteinen lässt sich um die Summe von 8000 Mark herstellen. Ein grosser Vortheil, den die Bührer'schen Oefen ferner zulassen, besteht in der Möglichkeit ihrer successiven Erbauung, und ist eine Vergrösserung der ursprünglich in bescheidenen Dimensionen hergestellten Fabrikanlage stets und ohne alle Umstände zu veranlassen.

[1]) Specielles über die Crampton'sche Staubfeuerung siehe Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1874 p. 687.

Digitized by Google

In neuester Zeit wurde von **J. Bührer** mit bestem Erfolge ein sogenannter verkürzter Brennofen konstruirt und patentirt. Bei diesen Oefen hat sich vor allen Dingen die Ansicht geltend gemacht, dass ein durchaus gleichmässiger Brand einen im Querschnitt sehr reduzirten Kanal bedinge, und wurde dessen Querschnitt so gewählt, dass er nur 1,80 m. Breite und 2,10 m. Höhe besitzt. Die beigegebene Figur 65 stellt einen solchen Ofen, der für eine Produktion von 2—2¼ Millionen Ziegelsteine eingerichtet ist, dar.

Um kontinuirlich in solchem Kanal fortbrennen zu können, war dessen Länge auf nahezu 60 m. zu bringen; diese Länge zu einem Parallelofen zusammengelegt, wie dies bisher geschah, hätte noch immer eine Länge von 30 m. ergeben.

Bührer hatte nun die glüchliche Idee, diesen 60 m. langen Kanal in einen Ofenkörper unterzubringen, der nur 16 m. Innenlänge und 12,5 m. Tiefe besitzt; in der Mitte des Ofens, von beiden Schmalseiten zugänglich, befinden sich die mit Glockenverschlüssen regulirbaren Rauchsammler A A, A A, die mit den Schornsteinen B, B in unmittelbare Verbindung treten.

Durch das mehrfache Nebeneinanderlegen des Ofenkanals, wodurch je eine Zwischenmauer zu gleicher Zeit als Einfassungsmauer zweier Kanäle dient, wird eine wesentliche Ersparniss an Mauerwerk erzielt; das hierdurch sich ergebende rechtwinkelige Umlegen des Kanals, das ängstlichen Gemüthern wohl als bedenklich hätte erscheinen können, hat, wie dies der Betrieb zur Genüge beweist, durchaus keinen nachtheiligen Einfluss gehabt.

Die Umfassungsmauern, 0,70 m. dick, sind gewölbeartig gegen den Druck von Innen wirkend gemauert und mit kräftigen Strebepfeilern verstärkt; die innern Mauern sind nur 0,50 m. stark ausgeführt und bilden das gemeinsame Widerlager für die Kanalgewölbe, so dass der gesammte Gewölbeschub nur auf die Hauptfrontmauern mit ihren Strebepfeilern übertragen wird. Die Umfassungsmauern der Seitenfronten, 0,70 m. dick, erscheinen nur als Schildmauer und können dem entsprechend am schicklichsten zur Anlage von 8 Eingangsthüren a a a . . . . verwendet werden, während auf die Hauptmauer nur deren zwei a' a' treffen. Der ganze Ofenkanal ist in 8 zusammenhängende Abtheilungen oder Kammern eingetheilt, je 4 von diesen Kammern (I, II, III, IV) haben in ihrer Sohle einen Rauchabzugsschlitz, mit d, d, d . . . bezeichnet, durch welchen die Verbrennungsgase in die tiefer liegenden Rauchkanäle treten; zu den andern vier Kammern I' II' III' IV' gehören die Schlitze d' d' d'; je 4 Kammern haben in A A ihren regulirbaren Abzug und stehen mit je einem der Schornsteine in unmittelbarer Verbindung.

Der Ofenkanal lässt sich 8mal durch Schieber abstellen, dieselben werden aber durch die entsprechende Eingangsthür sowohl eingebracht, als auch entfernt, wodurch die Schieberschlitzen im Gewölbe vermieden sind. Die Befeuerung geschieht von oben durch die bekannten Einstreuöffnungen e e e . . .; im vorliegenden Ofen genügt eine einreihige Anordnung.

Digitized by Google

Die Schieber stehen beim normalen Betriebe stets 15 bis 20 m. vom Feuer entfernt, so dass durchschnittlich dieselbe Länge im Vorwärmen begriffen ist; 10—12 m. befinden sich im Vollfeuer und nahezu 18 m. in der Abkühlung. Der Brennstoffverbrauch beträgt nach eingezogenen Berichten pro 1000 Stück Backsteine nahezu 140 kg. Saarkohlengries; der vollständige Turnus erfolgt bei gewöhnlicher Waare in 4—5 Tagen, bei Dachplatten aber in 7—8 Tagen.

Die tägliche Leistungsfähigkeit eines Ofens mit 1,40 auf 2,10 m. Querschnitt beträgt 7000—8000 Stück und wird je nach der Verengung oder Erweiterung des Ofenkanals dieselbe kleiner oder grösser. (Die ganze Ofenanlage mit einem jährlichen Betriebe von 1 000 000 bis 1 200 000 Steinen lässt sich mit 6150 Mark bestreiten.)

Als eine Kombination der Bührer- und Hamel'schen Parallelöfen mit stabiler Rostfeuerung sind die kontinuirlichen Oefen zum Brennen von Ziegeln, Fliesen und Gegenständen aller Art aus Thon von **Müller** und **Gilardoni** zu Mühlhausen anzusehen.

Diese Oefen haben keine bestimmten Dimensionen, da sich solche nach der Beschaffenheit der zu brennenden Gegenstände richten und bestehen aus so vielen Ofenkapellen, als man es für nothwendig erachtet neben einander zu setzen.

Das Feuer beginnt diagonal bei jedem äussern Ofen, um von hier in die folgenden überzugehen, welche demnach die von dem ersten Ofen entweichende Hitze benutzen. Von der vorderen Reihe strömt das Feuer zur hinteren und kann der Brand auf diese einfache Weise beliebig fortgeführt werden.

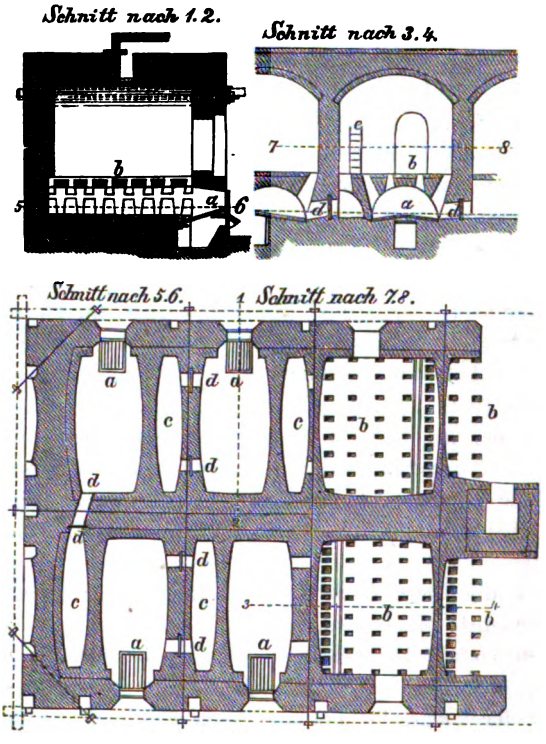
Man kann die Oefen auch nach einem Kreise setzen, so dass der Schornstein die Mitte einnimmt.

Bei diesen Oefen, Fig. 66 stellt sie dar, besteht die Feuerung aus einem Rost a, über den ein durchbrochenes Gewölbe b gespannt ist, das Feuer streicht durch dasselbe hindurch und tritt in den Ofen ein, wo die zu brennenden Gegenstände so aufgestellt sind, dass das Feuer sie ungehindert umspielen kann. Neben diesem Gewölbe, das ungefähr zwei Drittel der Ofenbreite einnimmt, findet sich ein anderes kleines c, das durch zwei Oeffnungen d mit dem grossen Gewölbe des anstossenden Ofens korrespondirt. Das Feuer dringt durch das untere Gewölbe in den Ofen, zieht sich längs des oberen Gewölbes hin und fällt an der Wand hinab, um durch weite Oeffnungen in das oben erwähnte kleine Gewölbe zu strömen. Der Umlauf des Feuers wird durch die Art des Einsetzens der zu brennenden Gegenstände bestimmt. Man stellt zu diesem Behufe bei dem Zusammenstoss der beiden Gewölbe eine Reihe von Thonwaaren auf, welche eine Mauer e bilden, die man mehr oder minder hoch, je nach der Intensität des erforderlichen Feuers aufführt. Diese Mauer wird einerseits von dem aufsteigenden, andererseits von dem niedergehenden Feuer gebrannt. Bei

Digitized by Google

dem zweiten Ofen ist derselbe Vorgang u. s. w. An dem oberen Theile eines jeden Ofens befindet sich eine Oeffnung, die durch einen Kanal mit dem Schornstein in Verbindung steht, das Feuer strömt direkt dorthin, oder nachdem es vorher die anstossenden Oefen erwärmt hat.

Fig. 66.



Ein eigenthümlicher **Brennofen für Drainröhren** und **Hohlsteine**, der übrigens mit den Oefen von Demimuid identisch ist, wurde von **P. Borie** in Commercy zur Ausführung gebracht. Er bildet der Form nach einen Röhrenkanal, dessen Querschnitt quadratisch ist und die Grösse von einem qm. hat. Dieser Röhrenkanal selbst ist aus Hohlsteinen gemauert und, weil er nicht sehr stark in den Wandungen ist, in gewissen Abständen durch herumgelegte starke eiserne Bänder zusammengehalten, seine Länge beträgt 51—58 m. und kann diese nach Bedürfniss noch vermehrt werden. Der Kanal liegt nicht horizontal, sondern bildet eine geneigte Ebene, welche durch untergelegtes Mauerwerk unterstützt ist. Die Feuerung befindet sich etwas unterhalb der Mitte des Kanals zu beiden Seiten desselben. Die

Digitized by Google

Hitze, welche durch das Brennmaterial entwickelt wird, tritt daher zu beiden Seiten in den Ofen ein und durch die schräge Lage wird die Flamme mit Hülfe eines Schornsteins nach oben ziehen; dieser Schornstein befindet sich seitwärts am höchsten Punkt der Röhre und lässt so den Eingang zu ihr frei. Am oberen Ende stehen nun die Pressen, welche die Hohlsteine formen. Der Thon wird ziemlich trocken verarbeitet, viel trockner als beim Streichen der gewöhnlichen Handziegel, und werden die Steine, wenn sie aus der Presse kommen, auf kleine Wagen geladen. Diese Wagen sind ganz von Eisen konstruirt und laufen auf einer Eisenbahn, die durch den Ofen seiner Länge nach hindurch geht und sich unten fortsetzt. Auf einen jeden Wagen gehen 170—200 Steine. Sowie der Wagen mit Steinen beladen ist, wird er in den Ofen am höchsten Punkte eingeschoben und bleibt da stehen, bis der folgende eingebracht wird. Die Wagen werden aneinander gehängt, so dass zuletzt die ganze Röhre voll von solchen Wagen steht. Da die Feuerung sich unterhalb der Mitte der Röhre befindet, so wird dort auch die stärkste Hitze sein, welche dann allmälig nach dem Schornstein hin abnimmt, während der untere Theil zwar auch noch sehr warm ist, aber keine eigentliche Brennhitze mehr hat. Indem so die Steine der Haupthitze entgegenrücken, werden sie allmälig ausgetrocknet und gebrannt, und indem sie sich in den unteren Theilen der Röhre wieder von der heissesten Stelle entfernen, werden sie nach und nach abgekühlt. Ist der ganze Ofen voll Wagen, so dauert das Oeffnen der beiden Schlussthüren, das Herausnehmen eines Wagens und das Einführen eines anderen ungefähr eine halbe Stunde, so dass also in dieser Zeit eine Steinladung getrocknet, gebrannt und wieder abgekühlt ist; da eine Wagenladung 170—200 Steine enthält, so können in 24 Stunden 8—10 000 Steine gebrannt und abgezogen werden.

Man hatte befürchtet, dass die Wagen von der starken Hitze sehr leiden würden, dies soll aber keineswegs der Fall sein, da das Brennen von hohlen Steinen eine weit geringere Hitze in Anspruch nimmt, als das der massiven Backsteine.

In München angestellte Versuche dieser Art sind als missglückt zu betrachten.

Die Priorität auf den Borie'schen Röhrenofen hat in neuerer Zeit P. Aeg. Yordt in Flensburg beansprucht, der bereits im Jahre 1840 ein deutsches Patent auf die Erfindung eines Ziegelofens mit beweglicher Sohle genommen hatte; 1854 nahm der Thonwaarenfabrikant A. Rasch auf einen Brennofen ähnlicher Konstruktion ein Patent für das Exkönigreich Hannover, und bemühten sich weiter die Ingenieure Rost und Zaradmirk in Pest dieselbe Idee lebensfähig zu machen.

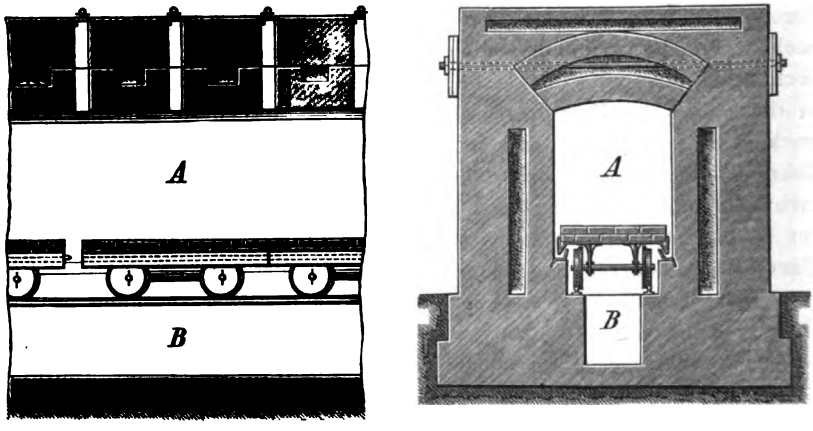
In höherem Grade ist dies endlich dem Ingenieur **Otto Bock** gelungen, der durch seine Verbesserungen und seine Details die Idee des **kontinuirlichen Kanal-Ziegelofens** wirklich lebensfähig gemacht hat. Dieser

Digitized by Google

interessante Ofen bildet in seiner ganzen Längenausdehnung einen geradlinigen wagrechten Kanal, der in seinem Brennraume aus feuerfesten Steinen ausgeführt ist. Die bisher ausgeführten Kanalöfen wurden bisher in Längen von 50 und 65 m., einer Breite von 1 und 1,5 m., einer Höhe von 1 und 1,4 m. gegeben, und schwankt hierbei die Leistungsfähigkeit der Oefen zwischen 6000—12 000 Ziegelsteinen pro Tag.

Bei dem Bock'schen Kanalofen, und das ist ein ganz besonderer Vorzug vor allen andern kontinuirlichen Ziegelbrennapparaten, bleibt das Feuer permanent an ein und derselben Stelle, während das zu brennende Material sich fortbewegt; die hierzu verwendeten eisernen Wagen werden mit ihren Platten dicht in einander geschoben und füllen die ganze Länge des Ofenkanals aus.

Fig. 67.



Dieser Ofenkanal besteht — wie dies die Figur 67 verdeutlicht — aus dem Brennraume (Feuerkanal) A mit der beweglichen, durch die Wagen gebildeten, gut verdichteten Ofensohle, oder dem fahrenden Herd und dem Raum (Radkanal) B, der gegen den Brennraum A möglichst vollständig zu isoliren ist, weil in diesem Raume die eigentlichen Wagengestelle mit ihren Rädern gegen die Einwirkung der Hitze geschützt sein müssen, sollen sie überhaupt ihren Dienst nicht versagen; von der wirklich erreichten Isolirung dieser beiden Räume hängt der ganze Erfolg des Ofenbetriebes ab.

Der Feuer- oder Brennkanal lässt sich je nach den Stadien des Brennprozesses in einen Schmauch-, Brenn- und Kühlkanal zerlegen. An dem einen Ende der Empfangsstation wird die zu brennende Waare eingeführt,

Digitized by Google

am andern Ende der Entlehrungsstation die gebrannte Waare herausgenommen; über oder seitlich von der Empfangsstation erhebt sich ein genügend weiter und hoher Schornstein.

Die Stirnseiten des Ofens an der Empfangs- und Entlehrungsstation müssen luftdichte, aber doch leicht zu handhabende Verschlüsse besitzen, sind aber so eingerichtet, dass die kalte Luft an der Empfangsstation unter dem fahrbaren Herde im Radkanal eintritt, sämmtliche Wagen in ihrem eisernen Untergestell durchstreicht und dabei gegen zu starke Erhitzung schützt. Erreicht diese Luftströmung das Ende des Radkanals, so tritt sie in den obern Feuerkanal über, durchzieht auch diesen seiner ganzen Länge nach, um dann schliesslich in den Schornstein zu gelangen.

Den mittleren Theil des Feuerkanals nimmt der eigentliche Brennraum ein, der nach Art der Ringöfen durch Oeffnungen in der Decke und Einstreuen des Brennmaterials in die glühende Waare beschickt wird.

Ist der Ofen im Betriebe, so kühlt die von Aussen eintretende kalte Luft die Wagen und dann die gebrannte Waare ab, erhitzt sich dabei immer mehr, bis sie in den Brennraum tretend zur vollständigen Zersetzung des hier aufgegebenen Brennmaterials verwendet werden kann; weiter gegen den Schornstein fortgeführt, wird das sich dort befindende Material zuerst stark dann schwächer vorgewärmt, endlich getrocknet resp. geschmaucht, wobei die immer mehr sich abkühlenden Verbrennungsgase mit Feuchtigkeit sich sättigen und in den Schornstein abziehen.

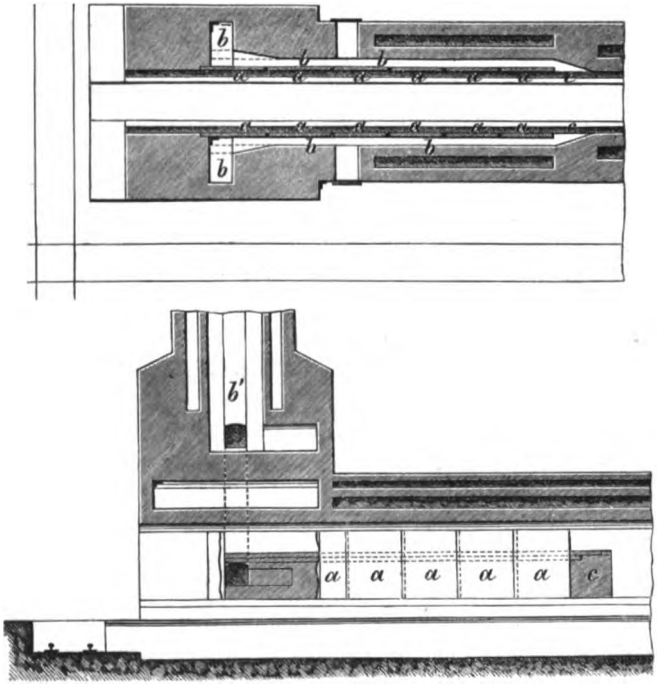
Der sonst unter Umständen sehr heikle Schmauchprozess geht im Kanalofen sehr einfach von statten, da die auszuschmauchenden Massen immer nur klein sind, und die zum Schmauchen verwendete Luft allmälig steigende Temperaturen annimmt. Um dem Schmauchprozess im Kanalofen aber den denkbar vollkommensten Erfolg zu sichern, wurde eine eigene Vorrichtung ersonnen, durch welche alle bisher auftretenden Schwierigkeiten und Uebelstände beim Schmauchen überwunden erscheinen. Die betreffende Einrichtung ist durch die Figur 68 illustrirt. In der ungefähren Entfernung von 6 m. von der Aufgabestation treten die Seitenwände des Kanalofens etwas zurück, und bildet sich hier durch in einander geschobene Eisenplatten a a ein kanalartiger Raum, der mit dem Schornsteine durch den seitlichen Rauchkanal b in unmittelbarem Zusammenhange steht. Sowohl die Rauchgase, so wie auch die sich stets bildende Flugasche werden durch die eben besprochene Vorrichtung genöthigt, in die einzigen, nach dem Schornsteine führenden Ausströmungsöffnungen bei c einzutreten, um von hier ab zwischen dem eisernen Einsatze und den erweiterten Ofenwänden durch die Rauchkanäle ins Freie zu gelangen. Einen grossen Theil ihrer Wärme verlieren die Feuergase durch Strahlung nach dem Ofenraum durch die Eisenplatten, so dass ein Erwärmen der Backsteine so wie ein Verdunsten des eingeschlossenen Wassers eintritt. Die sich nun bildenden Wasserdämpfe finden keinen andern Ausweg als denjenigen der Feuergase,

Digitized by Google

und so sind sie gezwungen rückwärts zu ziehen, um in die Ausströmungsöffnungen c zu gelangen.

Da nun aber die Temperatur nach der Mitte des Ofens zu wesentlich sich erhöht, so werden auch die Wasserdämpfe mehr und mehr erwärmt, womit ihnen das Bestreben, sich zu kondensiren, genommen wird. Durch seitliche Oeffnungen wird erwärmte Luft in den Ofen geführt, wodurch das Entweichen der Wasserdämpfe beschleunigt wird.

Fig. 68.



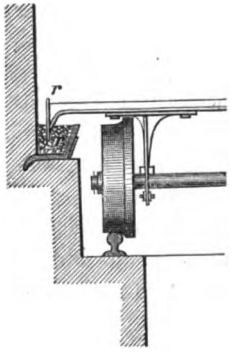
Da das Feuer im Bock'schen Kanalofen stets an ein und derselben Stelle bleibt, der Luftstrom aber wie auch die zu brennende Waare kontinuirlich sich bewegt, so werden die Temperaturverhältnisse im Ofen in allen Theilen stets gleiche bleiben; von der Entlehrungsstation bis zum Brennraume steigert sich die Hitze nach und nach, bis sie hier den höchsten Grad erreicht und nimmt dann wieder allmälig bis zur Empfangsstation ab. Hieraus resultirt nicht nur eine Brennmaterial-Ersparniss, sondern — was eine grosse Hauptsache ist — eine geringe Abnutzung und Reparatur-

Digitized by Google

losigkeit des den Ofen bildenden Mauerwerks, das dem steten Wechsel von Hochfeuer und Abkühlung nicht unterworfen ist.

Was die näheren Details anbetrifft, so muss der fahrbare Herd, auf welchem die zu brennende Waare sich befindet, mit besonderer Aufmerksamkeit konstruirt sein; im Bock'schen Kanalofen wird er durch die Deckplatten einer grösseren Anzahl von vierrädrigen Wagen gebildet, die mit einander zu einem Ganzen verkuppelt sind, die Querdichtung zwischen je zwei Wagen erfolgte entweder durch Zusammenstossen auf Feder und Nuth, oder durch Uebereinandergreifen von Eisenrändern; in beiden Fällen mit Zuhülfenahme der Lehmdichtung. Die Wagen selbst bewegen sich, wie dies die Figur 69 deutlich darstellt, auf einem Schienengeleise und erlangen ihre Längendichtung durch vertikal herabgebogene Ränder (mit r r bezeichnet), die in eiserne, mit Sand gefüllte Rinnen eintauchen; gegen die Einwirkung der Hitze von oben sind die Wagen durch eine doppelte Schichtenlage von Ziegelsteinen geschützt.

Fig. 69.



Auf der zuverlässigen Dichtung der Herdsohle beruht endlich der Hauptschwerpunkt des Bock'schen Kanalofens, sobald diese versagt, so versagt auch der ganze Apparat seinen Dienst; dass hier nicht über lang oder kurz das Richtige gefunden werden sollte, das unterliegt wohl gar keinem Zweifel, und sei hier nur erwähnt, dass Siemens & Hesse in dieser Beziehung bereits Vorschläge gemacht haben und die Behauptung dabei aufstellen, dass bei ihrem verbesserten System[1]) ein Undichtwerden und Versagen der Dichtung nicht wohl möglich sei; die Längendichtung, zum theil beweglich, werde nämlich bei jedem Wageneinschieben erneuert und lasse sich stets kontroliren, während die Querdichtung durch ein zuverlässig-feuerfestes Material gewonnen wird, das bei jedesmaligem Herausnehmen eines Wagens gelöst und bei jedesmaligem Wageneinschieben wieder erneuert werden muss. Viele Schwierigkeiten (?), so sprechen sich die „Patent-Inhaber" selbst aus, bereitete früher auch bei dem Bock'schen Ofen die leichte Fortbewegung des ganzen Wagenzuges, während sie selbst unter Zuhülfenahme der schrägen Ebene den Wagenzug mit den einfachsten Mechanismen, hydraulische Presse oder Winde mit Vorgelege, leicht und sicher vorwärts bewegen, ohne besondere Arbeitskräfte dazu nöthig zu haben. Soviel bekannt, bediente sich von je her O. Bock als Bewegungsmechanismus einer Schraube mit Hand-, Göpel- oder Dampfbetrieb, wobei in letzterem Falle selbst bei den grössten Ofenanlagen etwa

[1]) Muss wohl heissen „bei ihren verbesserten Details".

Digitized by Google

eine Pferdekraft benöthigt wurde; zum Handbetriebe wurde aber auch eine hydraulische Presse verwendet, mit der ein Arbeiter den ganzen Zug allein fortbewegen kann.

Nach Heusinger wird im regelrechten Betriebe innerhalb einer, beziehungsweise 2 Stunden ein Wagen eingebracht, so dass die tägliche Leistungsfähigksit zwischen 6000—12 000 Steinen schwanke, je nach der Grösse der Ofenanlagen; eine solche Leistungsfähigkeit verdoppele sich indess bei der verhältnissmässig sehr billigen Anlage von Doppelöfen.

Ueber die specielle Anlage der Bock'schen Kanalöfen wird hier auf die vorhandene Literatur verwiesen[1]).

Bei der grossen Wichtigkeit dieses Brennofens sei noch auf ein sehr beachtenswerthes fachmännisches Gutachten hingewiesen, das in Folge des längern Betriebes von 1½ Jahren eines ausgeführten Kanalofens abgegeben wurde[2]).

An Brennmaterial konnte gegenüber dem Ringofen nicht wesentlich gespart werden, wohl aber wird der Bau eines Kanalofens theils wegen seiner Einfachheit, theils weil er nur einen Theil des Ringofens darstellt, theils weil er bei derselben Leistung mit kleinerem Querschnitte ausgeführt werden kann, sich wesentlich billiger stellen. Eine Ersparniss, die jedoch wieder ausgeglichen wird durch den Aufwand für Brennwagen, Schiebevorrichtungen und Schienen.

Aeusserst erleichtert ist im Kanalofen das Ein- und Aussetzen der Steine, da dies nicht im heissen Ofen geschieht.

Was die so vielfach gefürchteten Reparaturen anbelangt, so zeigte sich nach 1½ jährigem Betriebe, dass die meisten solide ausgeführte Eisentheile kaum einer Abnutzung unterworfen waren, auch der Ofen selbst ergab sich als vollständig intakt und verspricht demnach eine sehr lange Dauer.

Die gusseisernen Brennwagen haben von vornherein eine starke Spannung zu erleiden, und zeigt sich fast bei jedem Wagen nach kurzer Zeit in der äussern Rippe ein Sprung. Dieser Sprung wurde unter zu Hülfenahme von Flacheisen und einigen Nieten für den weitern Betrieb unschädlich gemacht, nach anderer Seite hin kam Nichts vor, was zu irgend einer Reparatur Veranlassung gegeben hätte.

Als Schiebevorrichtung hat sich die hydraulische Presse vorzüglich bewährt.

Zu den neuesten Konstruktionen gehört der **kontinuirliche viertheilige Brennofen mit direkter Gasfeuerung von Ferd. Steinmann** in Dresden; die langjährige Praxis in Gasfeuerungsanlagen liess Herrn Steinmann, wie er selbst sagt, trotz der verschiedenen Systeme,

[1]) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover. Jahrg. 1875 S. 51, 1876 S. 17. Heusinger v. Waldegg, die Ziegelfabrikation S. 314.

[2]) R. Mensing, Thonindustrie-Zeitung 1877 S. 88.

Digitized by Google

welche genau zu kennen und anzuwenden ihm vergönnt war, überall noch eine Lücke empfindlich wahrnehmen, nämlich die, Ziegel, Cement, Thonwaaren etc. mit entschiedenem Vortheil gegenüber der direkten Feuerung (und zwar kontinuirlichen Betrieb vorausgesetzt) bei Gasfeuer zu brennen.

Mit der direkten Gasfeuerung waren, abgesehen davon, dass damit ein kontinuirlicher Betrieb bisher nicht erzielt wurde, immer noch viele Nachtheile verknüpft; besonders die häufigen Unterbrechungen durch Beschickung und Entleerung des Brennraumes, die mangelhaften Einrichtungen für Vorheizung der Verbrennungsluft, um die Temperaturen zu erreichen, welche zum Brennen von Cement, Chamotte etc. unbedingt erforderlich sind, wirkten störend ein. Dazu kam der Uebelstand des jedesmaligen Vorfeuerns, um das Gas zur permanenten Entzündung zu bringen, womit also nicht allein Zeit sondern ein oft nicht geringer Brennmaterialaufwand verknüpft war.

Die regenerative Gasfeuerung ist wohl zur Erzeugung der höheren Hitzegrade für genannte Zwecke geeignet, sie ist aber von den zuletzt genannten Uebelständen auch nicht frei und leidet zudem an einer Komplizirtheit der Ofenkonstruktion, welche wenigstens für Brennöfen nie opportun ist.

Nach mehrfachen Versuchen und zahlreichen Beobachtungen ist es Herrn Steinmann gelungen, einen Ofen zu konstruiren, welcher alle die genannten Uebelstände und Nachtheile ausschliesst, bei welchem zunächst kontinuirlicher Betrieb und Erzielung der höheren Hitzegrade geboten ist. Durch die Anwendung ist man bekanntlich ausserdem in den Stand gesetzt, je nach Wahl der Generatoren jedes beliebige Brennmaterial mit alleiniger Ausnahme backender Steinkohle zu verwerthen. Die hierdurch erzielten Vortheile gegenüber der direkten Feuerung sind bereits weithin bekannte Thatsachen. Ausgiebige Rauchverzehrung, dadurch reine Flamme, leicht und exakt regulirbar und bedeutende Brennmaterialersparniss, welche, Brennmaterial gegen Brennmaterial gleicher Gattung und Qualität, bei richtiger Behandlung immer eine Höhe von 50 pCt. erreicht, sind in vielen Industrie- und Hüttenzweigen konstatirt.

Die beigegebene Zeichnung des Steinmann'schen Ofens stellt in Fig. 70 den Gesammtgrundriss in den Schnitten C D, E F, G H resp. Ansicht von oben, sowie den Vertikalschnitt A x dar.

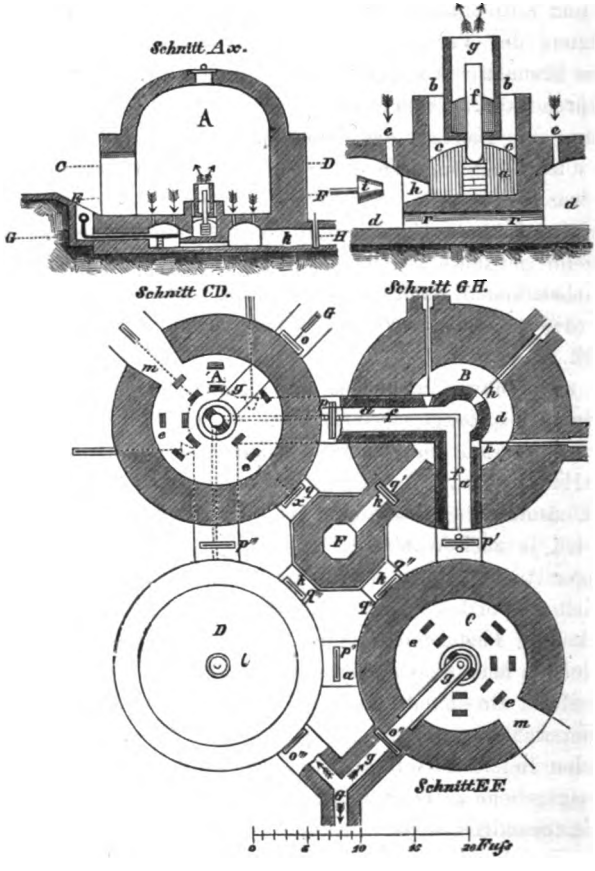
Der Ofen besteht hiernach aus den vier Brennkammern A, B, C, D, dem Schornstein F und den Generatoren in der Richtung von F und G, so dass also einer derselben in der Richtung F mit A und B, und der andere in der Richtung G mit C und D für sich allein kommunizirt. Ferner sind g g die Gaskanäle, f f die Verbrennungsluftröhren, d d die Rauchkanäle mit den Zulässen e e; a a der gemeinschaftliche Verbindungskanal für sämmtliche vier Brennkammern, c c dessen respektive Mündungen in letztere,

Digitized by Google

h h die Kommunikationen nach dem Hauptkanale a a; i i die Verschlusskapseln zu h h, k k die Schornsteinkanäle, l der Kühlverschluss, m die Beschickungseinfahrt (Sandthür).

Die Betriebsmanipulation ist, vorausgesetzt dass die ganze Anlage frisch dem Betriebe übergeben werden soll, folgende:

Fig. 70.



A ist mit Waare beschickt und wird, nachdem die Sandthür m zugesetzt ist, mittelst eines kleinen in die Verblendung eingebrachten Rostes vorgefeuert, den man natürlich wieder entfernt, sobald die innere Brennkammer dunkelroth zu scheinen beginnt. Hierauf öffnet man den Gasschieber o und das entsprechende Luftrohr, welches an der Saugöffnung

Digitized by Google

sonst durch eine Kapsel verschlossen ist; die sich nun mehr und mehr entwickelnde Flamme passirt e e, theilweise b b, h h und tritt durch den Kanal a a, resp. dessen geöffneten Schieber p nach der Kammer B über — nämlich durch die ebendaselbst befindlichen Schlitze c c — geht aus der auch mit Waare beschickten Kammer wiederum durch e e, d d und k endlich in den Schornstein.

Es ist erwiesen, dass die Flamme an Intensität mit der steigenden Erhitzung des Luftrohrs f f zunimmt, und ist das Ende des Brandes in A durch angebrachte Schaulöcher leicht zu beobachten. Der Hauptkanal a a ist übrigens, soweit er die Brennkammer berührt, mit Durchlässen r r unter der Sohle versehen, wodurch eine allseitige Verbindung im Rauch- und Sammelkanale d d hergestellt wird.

Ist also der Brand in der Kammer A beendet, so ist die Kammer B und deren zugehöriges Luftrohr bereits soweit vorgeheizt, dass man das Gas zulassen kann. Die Schieber o, p und q′ werden demzufolge geschlossen, hingegen o″, p″ und q″ geöffnet, ebenso die Kapseln i i i in B, während jene in Kammer C zu schliessen sind, nachdem letztere mit Waare brennfertig beschickt wurden. Der Kreislauf der Flamme beginnt hierauf wie soeben beschrieben; unterdessen wird aber Kammer A ausgeleert und Kammer D beschickt.

Der ganze Betrieb ist sonach ein vollkommen taktmässiger und dient die abziehende Flamme fortwährend einem doppelten Zwecke: einestheils der Regeneration der sich neubildenden Flamme durch die kontinuirlich sich steigernde Erhitzung der Verbrennungsluft, und anderntheils der gleichzeitigen Vorheizung der nächstfolgenden Brennkammer sammt zugehörigem Luftrohre, was für die sofortige und energische Flammenbildung von besonderer Wichtigkeit ist.

Es ist also hier bei einem kontinuirlichen Betriebe zugleich die vollständigste Ausnutzung des Heizeffektes geboten, und kann noch der Raum über den Kammern durch deren strahlende Wärme bequem zu Trockenräumen eingerichtet werden.

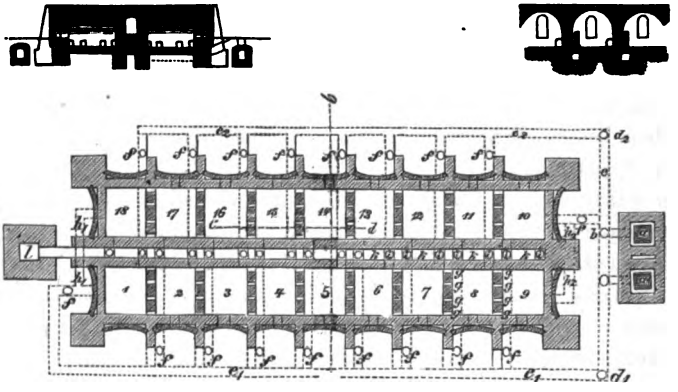
Ingenieur **G. Mendheim** in Charlottenburg hat für die Königliche Porzellanmanufaktur einen **Brennofen mit Gasfeuerung** eingerichtet, den die beifolgende Skizze veranschaulicht. Figur 71 stellt den Grundriss mit 18 Kapellen dar, giebt den Schnitt nach a b und den nach c d.

Das zum Betriebe des Ofens erforderliche Gas wird in den Gasgeneratoren a a erzeugt. Dasselbe ist in seinen Bestandtheilen erheblich abweichend vom Leuchtgas, welches im allgemeinen nur die getrockneten und gereinigten, nicht kondensirten Produkte der trocknen Destillation aus dem angewendeten Brennmateriel enthält, während der bei Erzeugung des Leuchtgases in den Gasretorten zurückbleibende Kohlenstoff als Koks von den Gasanstalten theils zur Erhitzung der Retorten verwendet, theils ver-

Digitized by Google

kauft wird. Beim Betriebe der Generatoren dagegen wird nicht Koks gewonnen, sondern der Brennstoff in Kohlenoxydgas verwandelt, welches den Hauptbestandtheil der Generatorgase bildet; ebensowenig findet eine Gewinnung von Theer statt, dessen Dämpfe bei der hohen Temperatur der nicht gekühlten Generatorgase diesen beigemengt bleiben und ebenso wie das im Generator sich gleichfalls bildende Leuchtgas dem Herde der Verbrennung zugeführt und für letztere nutzbar werden. Dieses Gasgemenge, welches also die ganze Menge des verwendeten Brennstoffes in Gasform enthält, ist stets durch Beimengung von Stickstoff aus der atmosphärischen Luft verdünnt, deren Einführung in den Generator-Rosten zur Umwandlung der festen Brennmaterialien in brennbare Gase nothwendig ist.

Fig. 71.



Aus den Generatoren tritt das Gas durch die eisernen Ventile b b in den Kanal c und wird aus diesem je nach Bedarf mittelst der Ventile d^1 und d^2 entweder in den Kanal e^1 oder in den Kanal e^2 geleitet, aus diesen Hauptkanälen aber durch Oeffnen des betreffenden Ventils f in diejenige Ofenkammer, welche gefeuert werden soll.

Im weitern wird wie beim Ringofenbetriebe die in den fertig gebrannten Kapellen zurückbleibende Wärmemenge zur Erhitzung der Verbrennungsluft und die aus der im Brande befindlichen Kammern abgehende Flamme und deren erhitzte Verbrennungsprodukte zum Vorwärmen der demnächst zum Brande gelangten Ofenkammern benutzt; ebenso schreitet auch das Ausnehmen und Besetzen der Ofenkammern, sowie das successive Einfügen derselben in den Betrieb ganz ähnlich wie beim Ringofenbetriebe vorwärts.

Als Vortheile dieser Einrichtung werden hervorgehoben, dass die zu brennende Waare nicht in direkte Berührung mit dem Brennmaterial

Digitized by Google

kommt, ferner nimmt die Flamme in den Oefen eine von oben nach unten gerichtete Bewegung an und gestattet in gewissem Grade ein Spannen der erzeugten Hitze, vorzüglich geeignet zur Klinkerproduktion.

In bezug auf Brennmaterialverbrauch hat sich gegenüber den alten Porzellanöfen, mit Benutzung der abgehenden Hitze für das Verglühen, eine Ersparniss von nahezu 25 pCt. herausgestellt, da bei diesem Systeme Verglüh- und Kapselbrände gesondert gemacht werden müssen. Für leicht brennende Ziegel des neuen Normalmasses genügen nahezu 250 k. oberschles. Steinkohle pro 5000 k. Waare, ein Brennstoffverbrauch, der sich bei sehr schwer brennenden Materialien und Klinkerbränden auch verdoppeln kann. Dass sich der Mendheim'sche Ofen in der Thonwaaren-Industrie für die Erzeugung feinerer Waaren durchaus bewährt hat, beweist die grosse Anzahl von bereits ausgeführten Gasöfen und deren durchaus befriedigende Brennresultate.

Von besonderem Interesse sind die Bestrebungen bei den mit Gas betriebenen Ziegelbrennöfen, den grössern Theil der mit den Verbrennungsgasen entweichenden Wärmemengen in den eigentlichen Ofenbetrieb zurückzuführen, wie dies von Fr. Siemens bei seinen Gasöfen mit Regeneratoren[1]) zu erreichen gesucht wurde.

Der Ingenieur **C. Nehse** bedient sich bei seinem Brennofen eines Systems von Kanälen, von denen ein Theil die Verbrennungsgase aus dem Ofen in den Schornstein leitet, während ein anderer die Verbrennungsluft in den Ofen führt und zwar so, dass ein Luftkanal durch zwei Kanäle gebildet wird, vermittelst welcher die Verbrennungsgase nach dem Schornsteine entweichen. Dadurch wird erreicht, dass die kältere atmosphärische Luft diejenige Wärme aufnimmt, welche die Verbrennungsgase durch das Mauerwerk der Kanäle ausstrahlen, wodurch jene sich auf 400 — 1000° C. erwärmt, diese sich aber bis auf 200—300° C. abkühlen.

Die Erhitzung der Verbrennungsluft wird natürlich um so bedeutender, desto wärmer die Verbrennungsgase sind, und je mehr Wärme die Kanäle in einer Zeiteinheit ausstrahlen und die Verbrennungsluft aufnimmt, desto intensiver muss der Verbrennungsprozess im Brennofen verlaufen. Am Ende des Brennprozesses aber bleibt eine grosse Wärmequantität in dem räumlich weit ausgedehnten Kanalsysteme zurück, die man durch gute Isolirung und dichte Absperrung der Kanäle darin so viel als möglich für den nächsten Betrieb aufzusparen suchen muss.

In den Figuren 72 sind zwei Durchschnitte des Nehse'schen Gasbrennofens dargestellt, wie ein solcher mehrfach mit den günstigsten Erfolgen ausgeführt worden ist.

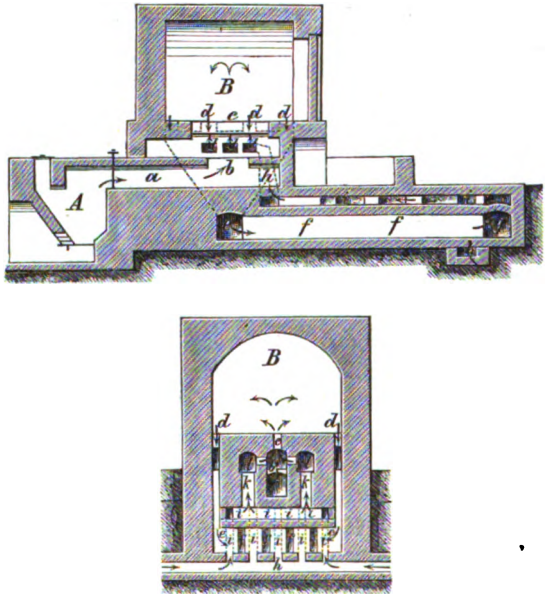
Der Generator A ist in nächster Nähe des Gasofens angebracht, wodurch die Abkühlung der Gase und der Destillationsprodukte vermieden

[1]) Siehe den Gasschmelzofen von Siemens. II. Band. D. Metalle.

Digitized by Google

wird; aus dem Generator wird das Gas durch den Kanal a und durch die Oeffnung bc in den Brennraum B geleitet, nachdem es sich zuvor unterhalb der Oeffnung c mit atmosphärischer Luft gemischt hat. Die Verbrennungsluft tritt aus dem Kanal h in die Kanäle i i, erhitzt sich auf ihrem Wege nach dem Ofen an den Wandungen der Kanäle f f, durch welche die Verbrennungsgase in entgegengesetzter Richtung entweichen, und gelangt endlich durch k k und l l mit den Gasen zusammen auf den Herd in der Weise, dass sich bereits in c die Flamme entwickelt. Aus dem Brennraume B entweichen die Verbrennungsgase durch die Oeffnungen d d in den Kanal e, von wo ab dieselben durch die einzelnen Kanäle f f in den Fuchs g und weiterhin in den Schornstein gelangen [1]).

Fig. 72.



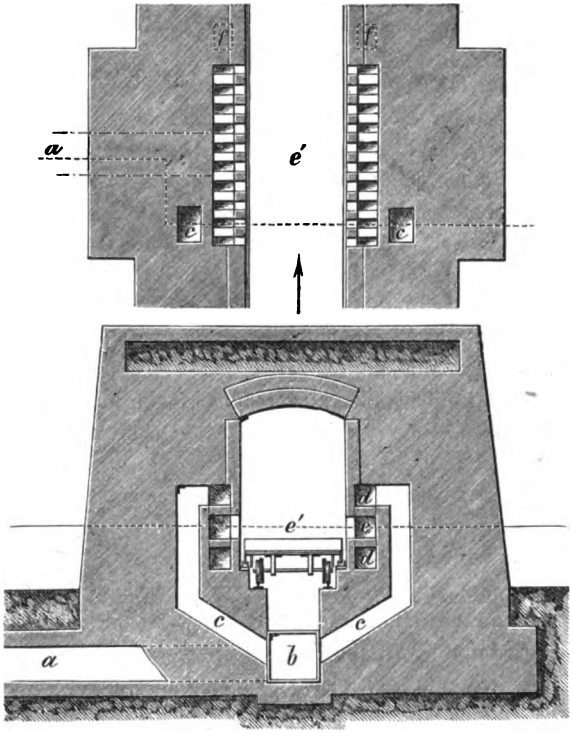
Bei den meisten kontinuirlichen Ziegelbrennöfen bedarf es eines sehr umfangreichen Kanalsystems, um die Gase aus den Generatoren in die Gasöfen zu leiten; die auf diese Weise oft über 30 m. langen Kanäle geben vielfach Gelegenheit zur Abkühlung, ja zur Kondensation der Gase und

[1]) Gasfeuerung und Gasöfen von H. Stegmann 1877; Dingler's polyt. Journal Band 220, S. 427.

Digitized by Google

werden dieselben hierdurch in ihrem Brennwerthe bedeutend beeinträchtigt. Um solchen Uebelständen der Gasabkühlung sowohl als der Theerbildung entgegen zu wirken, hat **H. Siebert** das System der ausgedehnten Gaskanäle, wie solche dem Mendheim'schen Gasofen eigen sind, aufgegeben und ersetzt dieselben durch fahrbare Generatoren, welche stets in der nächsten Nähe derjenigen Abtheilung des Ofens funktioniren, welche mit Gas gefeuert werden soll[1]).

Fig. 78.



Auch der auf S. 338 beschriebene **Kanalofen von Otto Bock** hat sich **als Gasofen** vorzüglich in der Praxis bewährt; nach Berichten des Besitzers der Fickentscher'schen Fabrik in Zwickau, stellte sich zwar der Brennmaterialverbrauch bei der Gasheizung gegenüber der direkten Befeuerung dieses Ofens um 50 pCt. höher, wurde aber trotzdem beibehalten,

[1]) Die nähere Einrichtung dieser originellen Ofenkonstruktion giebt H. Stegmann's Gasfeuerung S. 159 etc. und die Thonindustrie-Zeitung 1877 S. 195.

Digitized by Google

weil es hierdurch möglich wurde, eine grössere Anzahl harter Steine d. h. wirklich gesinterte Klinker zu erhalten, was beim Brennen mittelst der Methode des Einstreuens nicht gelingen wollte.

Durch die Gasfeuerung schwinden übrigens auch mehrere, sonst dem Kanalofensysteme mit direkter Feuerung anhängenden Mängel. Bei Gasfeuer können sich die Sandrinnen nicht leicht mit Kohlenstücken, Asche, Schlacken etc. so anfüllen, dass dadurch die Wagen in der leichten Fortbewegung gestört werden und eine viel bedeutendere Kraft für ihre Fortbewegung beansprucht werden müsste; bei direktem Feuer bildet sich ferner auf den Wagenplatten eine Schicht nachglühender Kohlen, die auf der gebrannten Waare Aschenrückstände in der Art anhäufen, dass dadurch ihr Abkühlungsprozess verlangsamt wird.

Das dem Kanalofen angepasste Gasfeuerungssystem ist in Fig. 73 dargestellt; der in nächster Nähe des Brennraumes angebrachte Gasgenerator führt die erzeugten Gase durch den Kanal a in den Gassammler; von hier aus steigen sie, unter gleichmässigem Druck, durch die Kanäle c c aufwärts in die beiden seitlichen Längskanäle d d, aus welchen die Gase durch Oeffnungen in der Sohle in einen zweiten Kanal e strömen, wo dieselben mit der aus e' eindringenden erhitzten Verbrennungsluft zusammentreffen, so dass die Entzündung des Gases theilweise schon im Kanale e erfolgt, aus welchem die Flamme durch ein Gitter von feuerfesten Steinen in den Brennkanal schlägt.

Die Verbrennungsluft erwärmt sich zunächst im Mauerwerke des Ofens und wird dann durch den vertikalen Kanal f nach e' geleitet. Die Erzeugung einer vollständig neutralen Flamme, wie sie durch die eben beschriebene Einrichtung ermöglicht wird, hat indess nur für ganz besondere Zwecke Werth und setzt ein solcher Betrieb auch voraus, dass die, in den gebrannten Gegenständen aufgehäufte Wärmequantität behufs der Abkühlung jener durch einen Saugapparat entfernt werde, welcher die Wärme in angebrachte Trockenräume leitet und sie daselbst weiter verwerthbar macht.

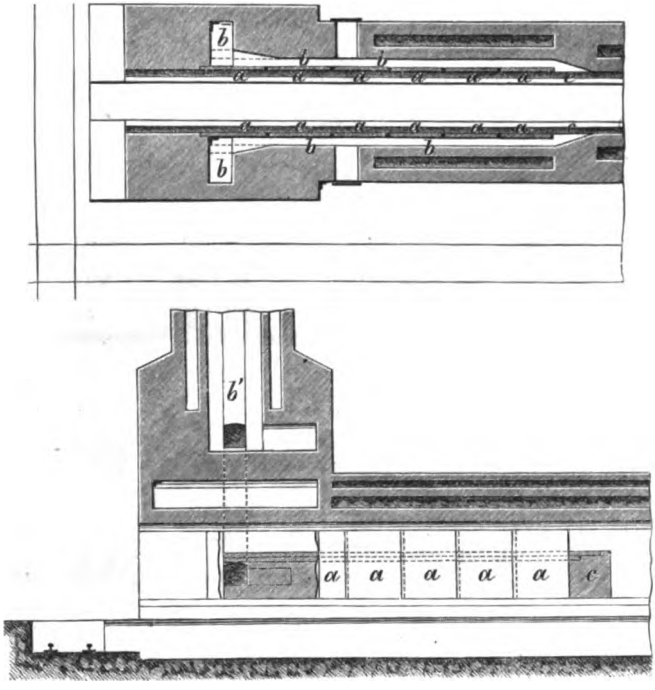
Einfacher gestaltet sich die Konstruktion dann, wenn das Gas mit derjenigen Luft verbrennt, welche am Kühlende in den Ofen tritt, und hat sich dieses einfache Brennverfahren in der Praxis wohl bewährt.

Der Bock'sche Kanalofen mit Gasfeuerung besitzt in dem Theile des Brennkanales, der unmittelbar dem Brennraume folgt, selbstverständlich auch jene Einrichtung, die auf S. 340 und durch die Figur 68 erläutert wurde, und die dazu diente, den Schmauchprozess zur möglichsten Vollkommenheit zu bringen. Beim Gasofen sind die Einstreuungsöffnungen bei b nur noch mit Schiebern regulirbar, um den Zug hemmen oder verstärken zu können.

Bock's Kanalofen scheint nach alle dem, was bisher über ihn vorliegt, die Feuertaufe überstanden zu haben, und man kann wohl der Ansicht mehrerer Autoritäten beistimmen, dass in der That kein anderes Ofen-

Digitized by Google

system für die Anwendung der Gasfeuerung so sehr sich eigne, wie das Kanalofensystem, und wenn nicht scheinbar sehr sichere Anzeichen trügen, würde es nur durch die Gasfeuerung und diese durch jenes für die Ziegelbrennerei von hoher praktischer Bedeutung werden [1]).



(Fig. 68.)

Auch der bereits besprochene **verkürzte Brennofen** von **J. Bührer ist für Gasfeuerung** eingerichtet und hat als solcher eine überraschend schnelle Verbreitung erfahren; aus diesem Grunde soll dessen Einrichtung hier eine nähere Besprechung erfahren. Fig. 74 stellt einen solchen patentirten, kontinuirlichen verkürzten Brennofen mit Gasfeuerung dar. Bei dieser Gasfeuerung befinden sich je zwei transportable Generatoren M M mit Differential-Flaschenzug, und wird das erzeugte Gas durch die Kanäle o' in die Gaskammern o eingeleitet, an der Sohle dieser Gaskammern befinden sich je 12 Gasventile, die von der Decke des Ofens aus geöffnet oder geschlossen werden können; jedes Ventil steht mit einer mehr oder weniger kurzen Röhrenleitung in Verbindung und liefert das

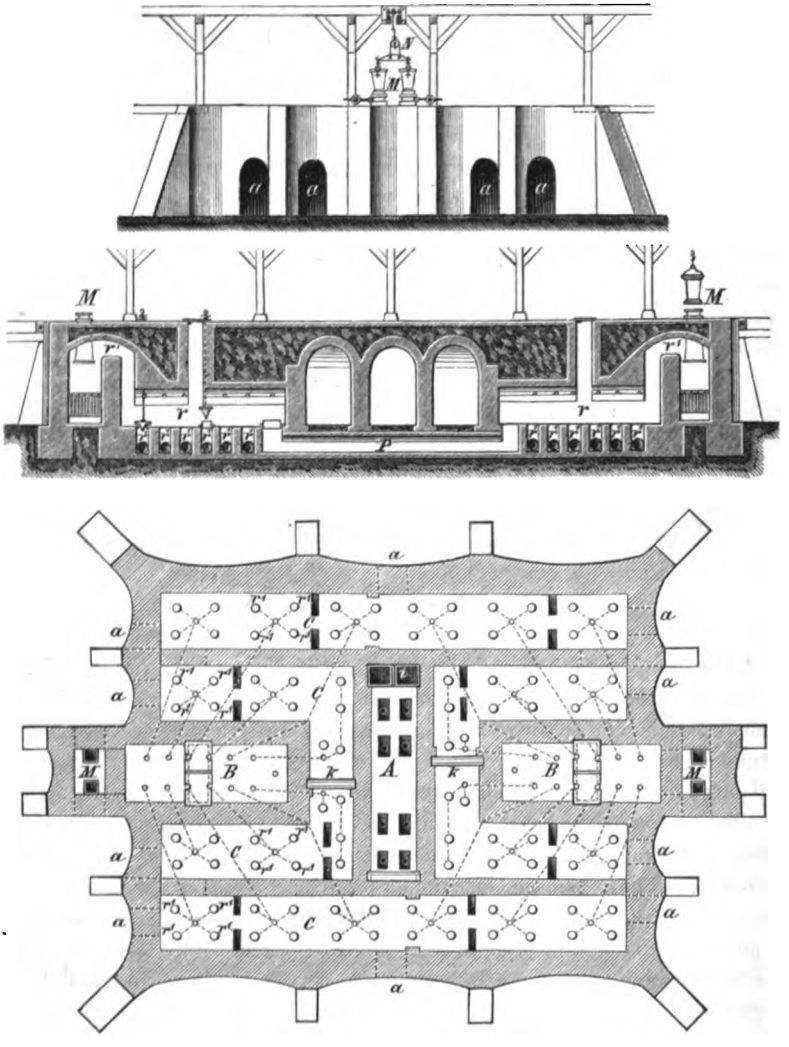
[1]) H. Stegmann, Gasfeuerung und Gasöfen 1877. S. 154.

Digitized by Google

Gas für je 4 Brenner, welche sich gleichmässig in den Ofenbrennkanälen vertheilen.

Im Uebrigen besteht, wie bereits auf Seite 334 bei der Beschreibung des verkürzten Brennofens mit direktem Feuer erwähnt wurde, zwischen beiden Brennapparaten eine nahe sich deckende Uebereinstimmung; beim Gasofen jedoch befindet sich im Centrum der Anlage ein Rauchsammler A,

Fig. 74.



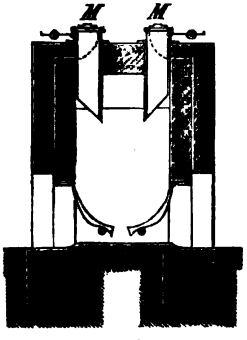
Digitized by Google

in welchen die Verbrennungsgase aus den 8 Ofenkammern vom Boden aus aufsteigen und von hier in einen isolirt stehenden Schornstein abgeleitet werden. In diesem Rauchsammler befindet sich eine Einsteigöffnung bei i, während in die Gaskammern eine solche in B B angeordnet ist.

In Fig. 75 sind die Generatoren M M in grösserm Massstabe dargestellt. Die am Bührer'schen Gasofen unmittelbar unter der Ofensohle angeordneten Gasleitungsröhren sind in ihren Längen auf ein Minimum beschränkt; das in ihnen fortgeleitete Gas kann sich nirgends abkühlen, wie dies bei langen, oft im Freien sich befindenden Leitungen nur zu häufig der Fall ist, somit wird auch jede Kondensation oder lästige Theerbildung um so mehr vollständig ausgeschlossen sein, da an die Gasleitungsröhren Wärme (von der warmen Ofensohle stammend) abgesetzt wird.

Was den Betrieb dieses Gasofens anbetrifft, so unterscheidet er sich nicht wesentlich von den andern bereits bekannten Brennapparaten; bei normalen Verhältnissen werden stets 16—20 Gasfeuer thätig sein, und werden immer so viel Brenner ausser Betrieb gesetzt, als neue in Betrieb treten; selbstverständlich muss mit dem Vorrücken des Feuers auch das Einsetzen und Austragen gleichen Schritt halten. Der Brennstoffverbrauch beträgt pro 1000 Stück Backsteine 180 k. Saarkohle. Die Baukosten eines verkürzten Ofens mit Gasfeuer und einer jährlichen Produktion von 2 000 000 bis 2 500 000 Stück Backsteinen, wozu ein Ofenkanal von 56 m. Länge, 1,80 m. Breite und 2,10 m. Höhe erforderlich ist, betragen 14 650 M., so dass dieser Brennapparat in bezug auf sein Anlagekapital wohl zu den wohlfeilsten aller Ziegelbrennöfen gezählt werden darf.

Fig. 75.



Sehr interessant sind die Ziegelbrennöfen der Franzosen **Barbier** und **Colas.**

(Förster's Bauzeitung 1864 Seite 384.) Sie bestehen aus langen abstellbaren Ofenkanälen mit theils horizontaler, theils vertikaler Esse. Die Feuerung, die eine Ofenabtheilung gar brennt, während sie andere Abtheilungen dazu vorbereitet, besteht aus einem transportablen Heerde, der auf Eisenbahnschienen von einer Ofenabtheilung zur andern geschoben wird, um in fortlaufendem Turnus ein kontinuirliches Brennen zu ermöglichen.

Einer dieser Oefen, der als Typus für die andern dienen kann, sei hier näher dargestellt und beschrieben. Fig. 76a ist der Grundriss des Etablissements, Fig. 76b ein Vertikalschnitt, Fig. 76c ein Querschnitt in grösserem Massstabe.

Der Grundriss bildet ein regelmässiges Parallelogramm, das durch

Digitized by Google

die Mauer A, welche eine Höhe von 2 Etagen hat, umschlossen ist. Innerhalb dieser Umfassungsmauer liegt ein in sich zurückkehrender kanalförmiger Brennraum D, der durch Gewölbe g unterfangen und so vom Boden vollständig isolirt ist. Der Brennraum D bildet eine Reihe von Laboratorien, welche durch Scheidemauern nicht getrennt sind, aber in Verbindung mit der horizontalen Esse B stehen, die wiederum durch die

Fig. 76a.

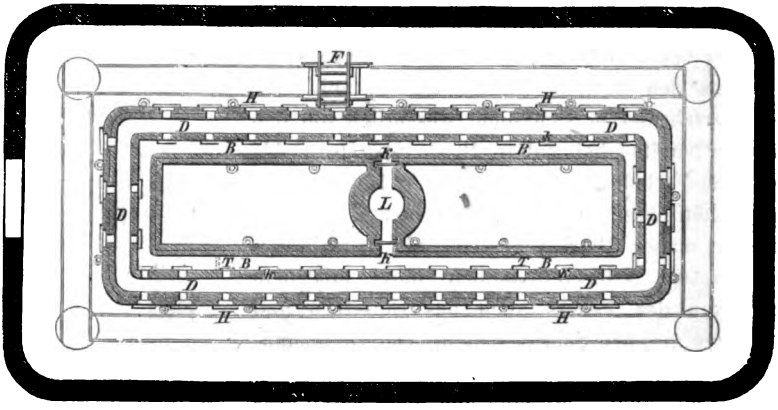
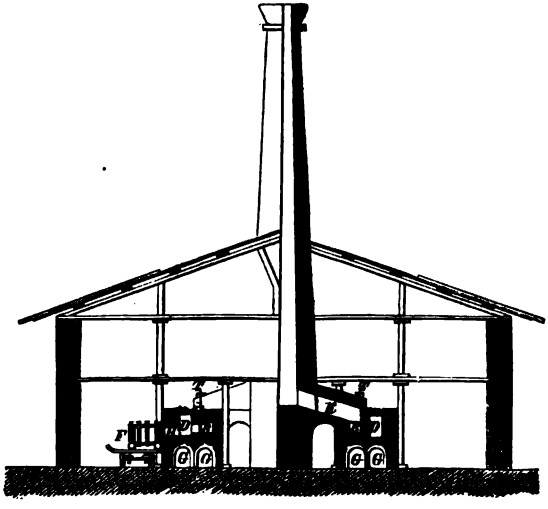


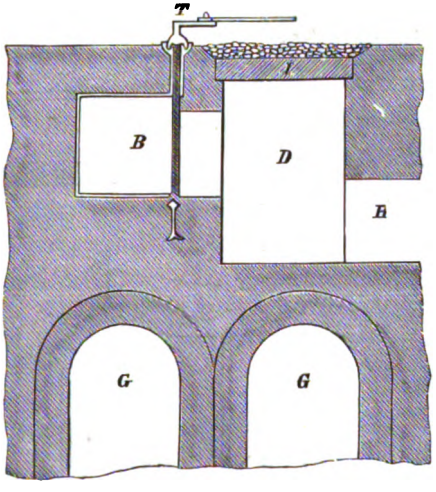
Fig. 76b.



Digitized by Google

Füchse k mit der vertikalen Esse kommunizirt. Die Decke I der Laboratorien (Fig. 76c) ist flach und beweglich, besteht am besten aus hohlen Ziegeln und ist zur weiteren Dichtung durch Sand bedeckt, um das Eindringen der äusseren Luft zu verhindern. Durch Schaulöcher, die in der Decke oder in der Umfassungsmauer der Laboratorien angebracht sind, kann das Brennen der Waaren beobachtet werden. In dem Brennkanale D sind in regelmässigen Entfernungen Mundlöcher H angebracht, die mit Registerthüren versehen sind und den Zweck haben, das Gestell einer beweglichen Feuerung (Fig. 76a), in F angedeutet, aufzunehmen. Ein Schienengeleise führt um den Ofenkanal herum und bildet die Fahrbahn für diese Feuerung. Das Laboratorium D steht mit der horizontalen Esse B in der Weise in Verbindung, dass eine Klappe T das Laboratorium einerseits gegen B abschliesst, andererseits dasselbe mit B verbindet, dabei aber die horizontale Esse absperrt; die Verbindung der horizontalen Esse mit der vertikalen, dem Schornstein, kann durch Schieber regulirt werden.

Fig. 76c.

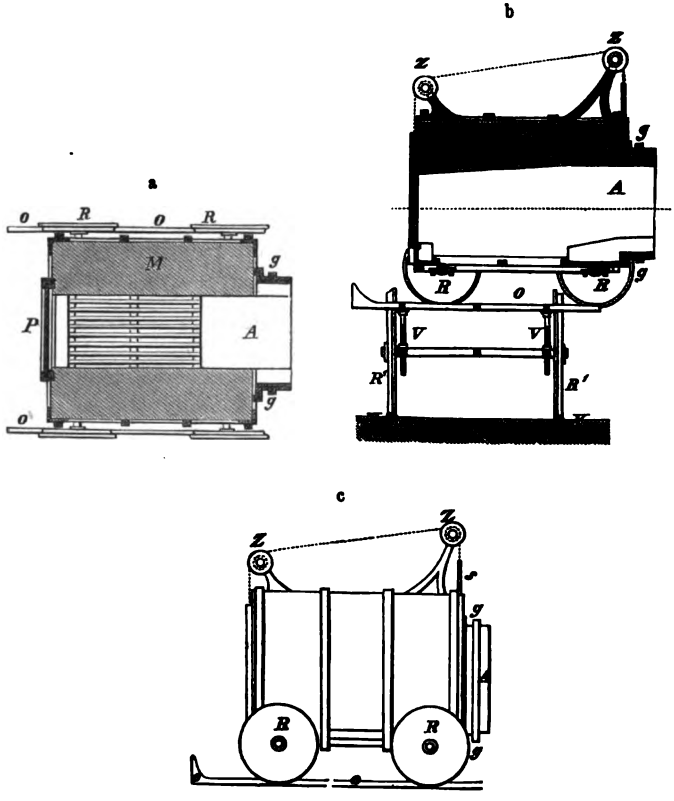


Der Betrieb dieser Oefen ist folgender: die bewegliche Feuerung F steht vor einer der Oeffnungen H; die Verbindung zwischen dem Laboratorium D und der horizontalen Esse B wird durch Oeffnen einer der Klappen T hergestellt, so dass die Länge des Feuerzugs in dem Laboratorium 12 Meter beträgt. Die Verbrennungsgase durchströmen alsdann in der Entfernung von 12 Metern die Laboratorien, brennen dabei die zunächst liegenden Waaren, während die andern dazu vorbereitet werden, strömen

Digitized by Google

in die horizontale Esse B ein und entweichen durch den Fuchs k in den Schornstein L, nachdem sie ihren ganzen Nutzeffekt abgegeben haben. Wenn die im Laboratorium stehenden Gegenstände gar gebrannt sind, so rückt die bewegliche Feuerung bis zur nächsten Ofenmündung H vor, die vorher geöffnete Klappe T wird geschlossen und dafür die folgende geöffnet u. s. w.; so ist die Esse, so zu sagen, beweglich geworden wie die Feuerung, und zwischen dem Ein- und Ausströmen der Gase besteht fortwährend ein konstantes Verhältniss.

Fig. 77.

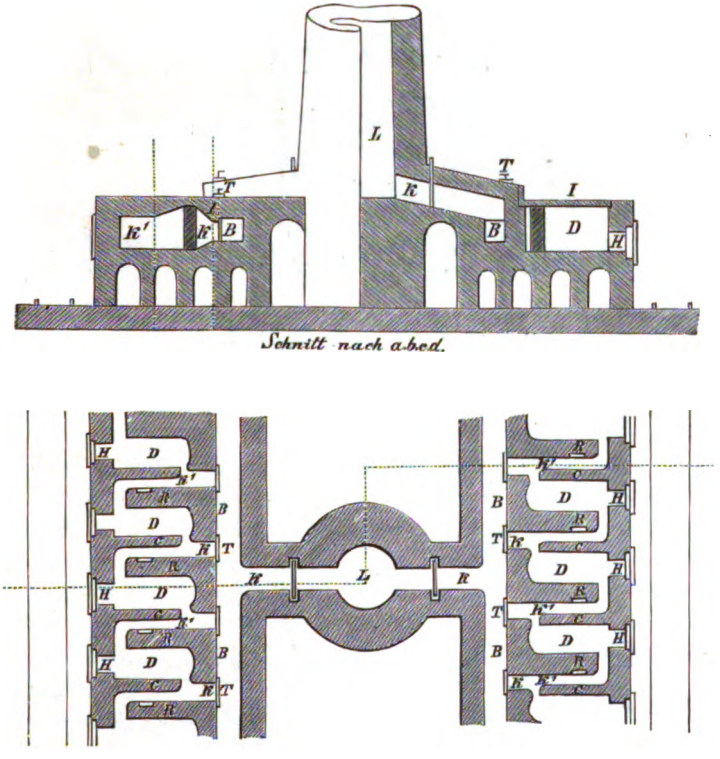


Nach Massgabe der Abkühlung werden die gebrannten Gegenstände ausgetragen, indem man das betreffende Laboratorium isolirt und dann wieder neu mit frischer Waare füllt. Die Isolirung wird durch bewegliche Register von Blech bewirkt, die an jedem Ende des Laboratoriums von der Decke aus sich einschieben lassen; das Beschicken des Ofenkanals erfolgt durch die bewegliche Decke desselben.

Digitized by Google

Die bewegliche Feuerung ist in Fig. 77a, b, c dargestellt; sie ist für niedrige und mittlere Temperaturen dieselbe und bildet ein liegendes rechtwinkliges Prisma mit einer Düse A. Die Wände und die Decke M sind von feuerfesten Ziegeln, die Ecken mit Winkeleisen armirt und in der Mitte zur Verstärkung mit eisernen Ringen umlegt. Die Düse ist von Guss- oder Schmiedeeisen und mit feuerfesten Ziegeln verkleidet; sie wird bis an die Rippe g in das Mundloch der Laboratorien geschoben, ein Register P schliesst die Thür zum Aufgeben des Brennmaterials und es steht

Fig. 78.

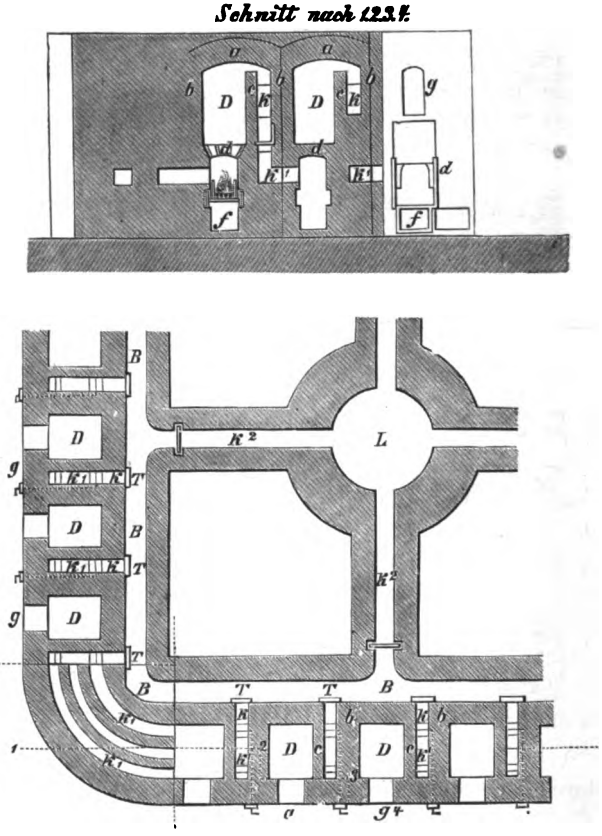


dasselbe durch eine über die Rolle Z laufende Kette mit einem andern Register s in Verbindung, das dem ersteren als Gleichgewicht dient und die Düse auf drei Viertheile schliesst, während der Heizer den Rost beschickt. Diese Anordnung hat den Zweck, den Eintritt der Luft in das Laboratorium zu vermeiden, welche von dem Feuerraume entweicht. Der Fuss der Feuerung steht auf einem rechtwinkligen eisernen Rahmen, von dem zwei parallele Seiten zwei Axen für die Räder R bilden, die

Digitized by Google

auf den Schienen o laufen, auf welchen der Apparat mit seiner Düse in das Mundloch der Laboratorien hineingeschoben und zurückgezogen wird. Die Schienen O sind durch vier Schrauben V mit einem zweiten rechtwinkligen Rahmen verbunden, von dem zwei Seiten Axen bilden, welche zu den oberen Axen im rechten Winkel liegen, und an denen die Räder R^1 befestigt sind, welche auf den Schienen X laufen. Damit aber die Düse mit dem Niveau der Mundlöcher übereinstimmt, kann man den oberen Theil des Apparats mittelst der Schrauben heben und senken.

Fig. 79.



Das System der Barbier'schen Ziegelbrennöfen ist in sehr verschiedener Weise zur Ausführung gekommen, und kann man die Länge der Brennkanäle nach Belieben vermehren und ihnen je nach dem Bedürfniss der lokalen Verhältnisse eine viereckige elliptische oder auch runde Grundriss-

Digitized by Google

anlage geben. Sollen die Brennkanäle eine sehr grosse Längenabmessung erhalten, dabei aber auf verhältnissmässig kleiner Grundfläche zur Ausführung kommen, so entstehen Kanalführungen, wie Fig. 78 sie giebt, wobei die Verbrennungsgase horizontal im Zickzack geführt werden; eine weitere Variation dieser Oefen besteht in der vertikalen Zickzackführung des Feuerzuges und diese möge durch Fig. 79 Erklärung finden; Barbier und Colas empfehlen jene Anlage für Oefen mit mittlerer Temperatur, diese für Oefen mit erhöhter Temperatur.

Die Ofenanlage Fig. 78 für mittlere Temperatur hat mit den vorher beschriebenen Oefen das Horizontale der Axe der Laboratorien und der Axe des Zuges, die einfache bewegliche Decke I zum Ein- und Ausnehmen der Ziegelwaare, dieselbe Feuerung, die Mundlöcher H, die Verbindungskanäle K, die Klappen T und die horizontale Esse B und die vertikale L gemein; nur insofern sind sie verschieden, dass die Laboratorien D, statt mit einander in freier Verbindung zu stehen, hier durch 2 Scheidewände C und R getrennt sind, zwischen denen die Transmission der Gase mittelst der Füchse K^1 stattfindet.

Die Ofenanlage Fig. 79 für erhöhte Temperatur hat mit den vorerwähnten Systemen die Beweglichkeit der Feuerung, die Verbindungskanäle K, die Klappen T, die horizontale Esse B, die vertikale L gemein, und vom zweiten System nimmt sie die Transmission der Gase mittelst eigens angelegter Füchse.

Die Decke der Laboratorien a ist aber hier nicht beweglich, sondern eingewölbt und ruht auf den Scheidemauern b; c ist eine Mauer, die vertikal im Laboratorium D seitwärts bis nahe zur Gewölbedecke sich erhebt, wodurch die Füchse K und K^1 entstehen, die zur Transmission der Gase dienen und ein Laboratorium mit dem andern verbinden.

In jedem Laboratorium erheben sich die Gase zuerst senkrecht, dringen zwischen der Mauer c und dem Gewölbe a ein, fallen in den Fuchs K^1 herab, streichen unter der Mauer d durch, um im folgenden Laboratorium wieder aufzusteigen, dann treten die Gase in die horizontale Esse B und von hier durch die Kanäle K^2 in den Schornstein L.

Die bewegliche Feuerung, ähnlich der bereits geschilderten, wird bei d unter das Laboratorium D geschoben, an dessen Boden gemauerte Roste angebracht sind; unter der Feuerung befindet sich ein Raum für den Aschenfall f. Feuerungsraum und Aschenfall sind mit eisernen Registerthüren geschlossen. Das Einsetzen der Thonwaaren erfolgt hier durch die Thüren bei g.

Digitized by Google

Schlussbetrachtung über das Brennen von Ziegeln.

Das eigentliche Brennen von Ziegeln, welchem das Trocknen und sogenannte Schmauchen vorangeht, beginnt erst mit gesteigerter Temperatur, wodurch der Ziegel dichter, härter und klingend wird, seinen erdigen Bruch aber noch beibehält. Beim weitern Verlauf des Brennens treibt die Kieselsäure die vorhandene Kohlensäure, das Chlor und die Schwefelsäure aus, bildet mit den Alkalien, dem Kalk, der Magnesia und dem Eisenoxyd Silikate, und diese geben mit dem Thonerdesilikat leichtflüssige Doppelsilikate; die Masse sintert mehr und mehr, bis sie endlich völlig schmilzt.

Beim Brennen von Ziegeln werden sich stets Gewichtsschwankungen geltend machen, da das spec. Gewicht der Thonsubstanz beim Erhitzen von 100° bis Dunkelrothgluth von 2,47 bis 2,70 steigt, dann aber bei Weissgluth wieder auf 2,48 fällt; letzteres hat jedoch auf die Dichtigkeit keine Rückwirkung. Das lineare Schwinden beim Brennen von Ziegeln liegt in sehr weiten Grenzen, bei Rothgluth 0,3 bis 4,1 pCt., bei Weissgluth 1,2 bis 8,0 pCt., wobei die Steine um so weniger schwinden, je gröber die Korngrösse des darin enthaltenen Quarzsandes ist[1]).

Nach Karmarsch schwanden frisch geformte Ziegel von 262 mm. Länge, 130 mm. Breite und 61 mm. Dicke

	Länge	Breite	Dicke
durch Trocknen	7,25	10,75	9,75
durch Trocknen und schwaches Brennen	8,50	13,00	14,75
durch starkes Brennen zu Klinkern . .	11,75	23,00	19,75;

der Gewichtsverlust von frisch geformten Ziegeln durch Trocknen und Brennen wurde von F. W. Daube[2]) untersucht und ergab unter Berücksichtigung der linearen Schwindung folgendes Resultat:

	Gewichtsverlust pCt.	Gesammte lineare Schwindung pCt.
Nach dem Trocknen an der Luft (1 Tag lang) . .	11,7	5,0
- - - - - - (2 Tage lang) . .	16,1	5,6
- - - - - - (20 - -) . .	19,8	6,4
Nach dem Trocknen bei 150°	22,0	6,7
Nach dem Brennen (schwach gebrannt)	28,4	6,7
- - - (mittelstark -)	29,0	6,9
- - - (hart -)	29,6	—
- - - (zu Klinkern -)	29,6	8,8.

[1]) Dingler's Journ. 1875 (Band 216, 258, 438) und Notizblatt 1875. S. 316. 319.
[2]) Notizblatt 1877. S. 318.

Digitized by Google

Die Feuchtigkeits-Aufnahme, sowohl an der Luft als auch im Wasser, ist bei allen gebrannten Ziegeleiprodukten ebenfalls davon abhängig, ob dieselben schwach oder sehr hart gebrannt sind; während gut gebrannte Ziegel in Wasser gelegt wohl 16 pCt. davon aufnehmen, sind Klinker von demselben vollständig undurchdringbar.

Was die Farben anbetrifft, die durch das Brennen der verschiedenen zusammengesetzten Ziegelerden sich ergeben, so kommt es vor allen Dingen darauf an, wie die Rauchgase in den betr. Oefen zusammengesetzt sind; allbekannt ist es ja, dass in den Rauchgasen aller neueren Oefen mit Streufeuerung stets eine grosse Menge von freiem Sauerstoff vorhanden ist, der auf alle oxydirbaren Stoffe einwirkt; so wird im Ringofen bei Vorhandensein von Schwefel im Brennmaterial sich Schwefelsäure bilden; diese bedingt dann auch die dunkelrothe Färbung der Oberfläche sonst gelber Steine. Bei hoher Temperatur und unter Einwirkung reducirender Gase, wie solche in den meisten periodischen Oefen mit Rostfeuerung vorhanden sind, wird die Schwefelsäure wieder ausgetrieben und die normale Färbung wieder hergestellt.

Durch Einwirkung der schwefligen Säure des Brennmaterials, die beim Ringofen rasch in Schwefelsäure übergeht, bilden sich auch auf der Oberfläche der Steine wasserlösliche Sulfate von Magnesium, Calcium etc., die Veranlassung zum Ausblühen geben, wenn sie nicht im Verlaufe des Brennprozesses durch hinreichende Hitze wieder zersetzt werden.

Der überschüssige Sauerstoff wirkt ferner auf sonst gelbbrennende, eisen- und kalkhaltige Ziegelerden so ein, dass sie bei Dunkelrothgluth schmutzigroth, dann fleischroth und bei starker Rothgluth gelb mit einem Stich ins Braune werden.

Reducirende Gase (Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd) bewirken Schwärzungen, welche bei Luftzutritt wieder in die, für das Glühen in der Luft charakteristischen Farben zurückgehen. Nach einer vorhergegangenen Reduktion sind die aus der Wirkung von Sauerstoff wieder hervortretenden Farben jedoch heller, ins Weissliche oder Gelbgrüne gehend, als ohne eine solche. Eine zeitweilig reducirende Flamme im Ofen trägt demnach wesentlich dazu bei, die helle Farbe der kalkhaltigen Ziegelerden zu entwickeln. Kalkfreie, eisenhaltige Thone brennen sich beim überschüssigen Sauerstoff rein roth und zwar um so stärker, je höher die Temperatur ist; reducirende Gase führen diese rothe Farbe durch Reduktion des Eisenoxyds in Eisenoxydul und metallisches Eisen in Sammetschwarz über. Werden diese schwarzen Steine an der Luft geglüht, so kehrt die rothe Farbe zurück, doch nicht so schön, als bei ausschliesslich oxydirender Flamme, so dass hier zur Entwickelung reiner Farben die Einwirkung reducirender Gase vermieden werden muss. Weiss- oder gelbbrennende, kalkfreie und eisenarme Ziegelerden erhalten durch reducirende Gase ebenfalls schwärzliche Färbung; die bei überschüssigem Sauerstoff

Digitized by Google

sich weissbrennenden eisenarmen Thone werden durch reducirende Gase hellgrau, durch Glühen bei Luftzutritt wieder weiss.

Um ein vollständiges Bild von dem Verlaufe des Brennprozesses in kontinuirlichen Oefen zu entwickeln, hat Dr. Ferd. Fischer in Hannover[1]) mehrfache Brennversuche vorgenommen, die im Wesentlichen hier mitgetheilt werden: den Beobachtungen diente 1. ein Ringofen mit 14 Kammern, bei dem das Feuer rasch vorschritt und einen Umbrand von 7—8 Tagen

Fig. 80.

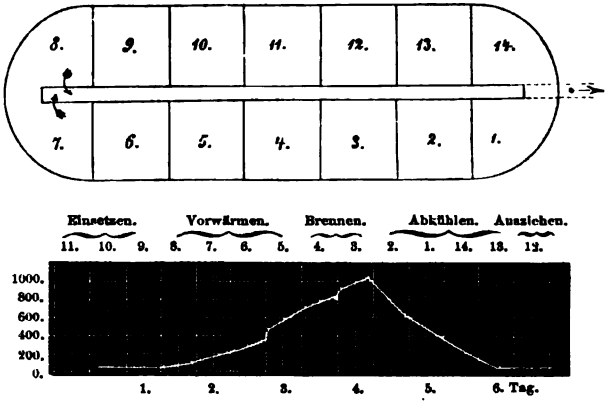
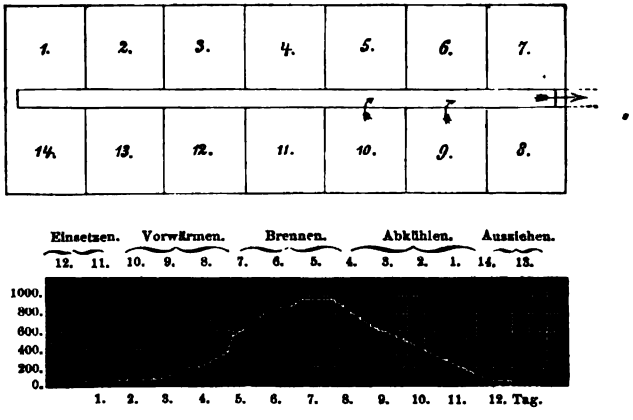


Fig. 80a.



[1]) Ferd. Fischer, über das Brennen von Ziegelsteinen im Ringofen in Dingler's polytechn. Journal 1878, Bd. 228, S. 65 — auch als Separatabdruck erschienen.

Digitized by Google

gestattete; die höchste Temperatur betrug 1057°, während die Gase mit 108 und 172° entwichen; 2. ein Bührer'scher Parallelofen mit 14 Kammern, bei dem das Feuer weniger schnell vorschritt, so dass die Dauer des Brandes 14 Tage in Anspruch nahm. Die höchste Temperatur betrug hier nur 968°, während die Gase mit 80° entwichen, somit in ihrer Wärme vortrefflich ausgenutzt werden konnten.

Beim 1. Versuch war Kammer 3 im Vollfeuer und wurden aus 7 und 8 die Gase abgesaugt. Beim 2. Versuch waren die Schürlöcher der 1. Kammer offen; gefeuert wurde von der letzten Hälfte der 4. Kammer bis zur ersten Hälfte der 7. Kammer, während die Gase aus Kammer 9 und 10 in den Schornstein abgesaugt wurden. Die Diagramme in Fig. 80 und 80a versinnlichen den Gang des Brennprozesses in den Oefen.

Bei den Brennversuchen wurde im ersten Falle eine Ziegelerde verwendet, die der Kreideformation angehörte, im zweiten Falle gehörte sie den Hilsthonen an. Die erste Erde war sehr fest und erforderte besonders starke Maschinen, während die zweite Erde ein langsameres Ansteigen der Temperatur erheischte.

Obgleich die Temperatur nicht bis zur eigentlichen Sinterung gesteigert wurde, so ergab sich doch beim Brande das Resultat, dass das Eisenoxyd vollständig, der Kalk aber zum grössten Theil unlöslich geworden war; das durch Austreiben der Kohlensäure gebildete Calciumoxyd hatte demnach sich mit der Kieselsäure und der Thonerde chemisch verbunden.

Was die Untersuchung der Rauchgase in beiden Oefen anbetrifft, so ergab sich, dass der Kohlensäuregehalt der vom Boden abgesaugten Gase wesentlich grösser war als unter dem Gewölbe, sodann, dass Kohlenoxyd nur auftritt, wenn die Gase unmittelbar von den eingestreuten Kohlen entnommen wurden.

Dieser Umstand ist für eine vollständige Verbrennung ungemein günstig, da nicht nur die zu den Kohlen hinzutretende atmosphärische Luft stark erhitzt wird, sondern auch die Flammen durch Steine hindurchstreichen, welche denselben Hitze abtreten, ehe sie zum Sammelkanal gelangen. Beim Umbrennen im Ringofen kann von einer reducirenden Feuerung keine Rede sein, wodurch die durch schwefelhaltige Kohle veranlassten Missfärbungen beseitigt werden könnten, und so würde sich im Ringofen nur dann ein reinfarbiges Steinmaterial (Verblendsteine, Terracotten) erzielen lassen, **wenn die bereits** jahrelang währenden Experimente mit permanenten Heizschachten, Schmauch-, Luftzuführungs- und Aschenkanälen, Einkastelungen etc. etc. endlich einmal ein zweifelloses Resultat geben würden!!

Digitized by Google

Von den verschiedenen Arten der Ziegelwaare.

Gewöhnliche Erzeugnisse.

1. Der gewöhnliche Backstein, Ziegelstein, Mauerstein kommt in den verschiedenen Ländern verschieden gross vor; der Maurerverband bedingt jedoch, dass die Länge eines jeden Backsteines gleich ist 2mal der Breite + einer 10—15 Millimeter starken Mörtelfuge.

So lange in München, wie überall in Bayern, das Duodecimalmass noch gang und gäbe war, verwendete man Backsteine in der Grösse von 14″ Länge, 6¾″ Breite und 2⅞″ Dicke mit ½ zölligen Stossfugen; bei Einführung des Decimalmasses ergaben sich für dieses Backsteinformat Zahlen, die rechnerisch sehr ungünstig waren, nämlich 1,166′—0,562′—0,23′; aus diesem Grunde wurde das Backsteinmass geändert und wurde 1,00′ lang, 0,475′ breit und 0,23—0,25′ dick gemacht.

Durch die Einführung des Metermasses ergeben sich für beide ebenerwähnten Backsteinformate wieder sehr ungünstige Ziffern:

Das Backsteinformat grosser Form hat:

340 mm. Länge, 162 mm. Breite und 67,1 mm. Dicke.

Das Backsteinformat kleinerer Form hat:

291,8 mm. Länge, 140 mm. Breite und 67,1—73 mm. Dicke.

Da solche Zahlen für alle Berechnungen höchst unbequem sind, so hat man sich fast überall in Deutschland entschlossen, ein neues Ziegelmass einzuführen, das 250 mm. Länge, 120 mm. Breite und 65 mm. Dicke besitzt, wobei eine Stossfuge zu 10 mm. Stärke angenommen ist.

Dies Backsteinmass ist vom preussischen Handelsministerium bereits am 13. Oktober 1870 amtlich für sämmtliche Bauten des Staats acceptirt worden, es steht jedoch jedem Bauenden frei, auch Backsteine anderer Abmessung in Anwendung zu bringen.

Je nachdem man der Fabrikation der Backsteine grössere Aufmerksamkeit schenkt, unterscheidet man 4 verschiedene Sorten: ordinaire, feine, nachgepresste und geschnittene Backsteine.

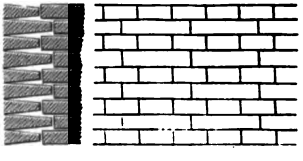
Die ersteren giebt der gewöhnliche Prozess des Ziegelstreichens oder Formens; die feinen Backsteine werden mit grösserer Sorgfalt geformt und auf Brettchen liegend getrocknet, wobei sie eine regelmässige Form beibehalten; die nachgepressten Backsteine werden, nachdem sie auf dem gewöhnlichen Wege fabrizirt und einigermassen getrocknet sind, auf einer Hand- oder Maschinenpresse nachgepresst, wodurch sie eine kompaktere Masse und zugleich ganz scharfe Form erhalten. Die geschnittenen Backsteine endlich werden, nachdem sie schon von vorn herein aus einer sehr aufmerksam behandelten Thonerde geformt sind, ebenfalls theilweise getrocknet, so dass sie lederweich sind; die sichtbaren Flächen

Digitized by Google

werden dann mit einem scharfen Schnitzelmesser mit Hülfe eiserner Schablonen geschnitten und alle Unebenheiten mit den sich ergebenden Thonabfällen durch Streichen mit einem breiten Messer ausgeglichen; dann nimmt man einen, im Wasser zu der Konsistenz eines dickfliessenden Rahms aufgelösten Thon in einen grossen Borstenpinsel und streicht die geglättete Oberfläche damit gleichmässig an; in wenigen Minuten ist dieser Thonanstrich so trocken, dass er, mit einem breiten Polirmesser gestrichen, sofort vollkommen glatt und glänzend erscheint und nach dem Brennen diese Feinheit und Politur behält; durch den Anstrich mit dieser Thonlösung kann, je nachdem man dazu einen sich weiss- oder rothbrennenden Thon wählt, oder je nachdem man beide Thone wieder verschieden mischt, eine vollkommene Skala verschieden gefärbter (engobirter) Backsteine hergestellt werden, und wird hierdurch ermöglicht, Backsteine mit den verschiedensten Farbennüancen zu erzeugen; da der von einem Thone gewonnene Thonschlamm grössere Leichtflüssigkeit besitzt als der Thon selbst, so wird die Engobe beim Brennen geflossener, die Oberfläche des gebrannten Steines geschlossener erscheinen, Eigenschaften, welche das Anhaften von Staub vermindern, und werden dadurch Façaden, die aus solchen Steinen bestehen, der Verwitterung mehr Widerstand bieten; mittelst aufgelegter Schablonen und Auftragen verschiedener Thone lassen sich sogar farbige Muster auf den Steinen herstellen, wie dies in München schon in den vierziger Jahren vielfach geschehen ist, und diese mosaikartig aussehenden Steine haben ihre Haltbarkeit durchaus bewährt. Werden geschnittene Backsteine zu Vorsetzsteinen verwendet und nach Errichtung des Gebäudes z. B. die Façade damit verblendet, so muss dieselbe in rück- oder vorspringenden Backstein-Schichten ausgeführt sein, so dass die Strecker in die vertieften Schichten des Mauerwerks eingreifen können. Solche Backsteine zum Verblenden werden keilförmig gestaltet und erhalten in der Aussenseite keine Mörtelfuge, sitzen scharf aufeinander auf, damit, nachdem im Hauptmauerwerk ein vollständiges Sichsetzen eingetreten ist, die vorgeblendete Mauer sich nicht mehr setzen kann, wodurch eine Trennung der beiden Mauern eintreten würde; die Lagerfugen sind demnach alle keilförmig, wie der Durchschnitt (Fig. 81) dies zeigt.

2. Bis zum Verglasen gebrannte Backsteine nennt man Klinker; sie bestehen aus kalkhaltigem schmelzbaren, mit gutem Quarzsand vermischten Thon und werden bis zur vollständigen Versinterung gebrannt; alle Klinker gehören der kleinsten Ziegelform an; sehr zweckmässige Dimensionen für sie sind: 21 cm. Länge, 10 cm. Breite, 6—5,5 cm. Dicke. In Holland und Ungarn, in Kroatien und im Banate werden Klinker in grossen Massen angefertigt und dienen hier zur Pflasterung

Fig. 81.



Digitized by Google

von Städten und Dörfern und zur Herstellung der öffentlichen Verkehrswege, der sogenannten Klinkerstrassen.

Durch die sehr grosse Hitze, welche die Klinker zu bestehen haben, verlieren sie leicht an Form; da jedoch die Härte der Klinker als eine der vorzüglichsten Eigenschaften derselben zu betrachten ist, so hat man bei der Auswahl und der Uebernahme von Strassenklinkern viel weniger auf die reine kantige Form, als besonders auf ihre Härte zu sehen.

Sehr vortheilhaft ist es für Klinkerstrassen, wenn die Klinker vor ihrer Verwendung einen Winter hindurch dem Witterungswechsel ausgesetzt bleiben, da hierdurch alle untauglichen sich selbst zu erkennen geben, indem jene, die zufällig bei der Bearbeitung dennoch, wenn auch nur kleine Mergel- oder Kalknieren behielten, in Stücke zerspringen.

In München finden eine Art Klinker die vielfachste Verwendung zur Herstellung des Trottoirs; durch die Fabrikation solcher Platten hat sich Eckhardt in München ein besonderes Verdienst erworben; nach Mittheilungen im Polyt. Zentralblatte 1869 versetzt er den Thon mit Jauche, um das Faulen zu befördern, setzt dann der Thonerde Eisensilikate zu (Bohnerz für braune und schwarze, Feldspath für hellere Farben); der geformte Stein wird dann in halblufttrocknem Zustande nachgepresst und endlich in einen Ofen mit nach unten schlagender Flamme gebrannt; die sogenannten Eckardt'schen Trottoirplatten lassen, besonders in ihrer Primaqualität, Nichts zu wünschen übrig, sie gleichen in ihrem Bruche dem Basalte.

Aus der gleichen Masse sind auch Einfahrt-Steine, Stall-Steine, Rinnen nebst Schüsseln für den Ausguss der Dachrinnen aus der Eckardt'schen Fabrik zu beziehen.

3. Die Kaminsteine haben die gleiche Länge und Dicke der gewöhnlichen Mauerziegel, aber nur eine Breite von 12,0 cm.; hauptsächlich werden sie zur Herstellung der frei stehenden Schornsteinkästen verwendet, deren äussere Wandung und Zungenmauer dann nur 12,0 cm. Stärke erhält. Kaminsteine zum Aufmauern russischer Rauchröhren werden in verschiedenen Formen hergestellt, sie können aber nur dann entsprechende Dienste leisten, wenn die Rauchableitungsröhren nicht gezogen werden dürfen; in letzterem Fall werden sie vollständig unbrauchbar, und daher lassen sie sich leicht in der Praxis entbehren.

(In München werden auch auf allen Ziegeleien sogenannte Gurtsteine angefertigt, diese werden zur Wölbung von Gurtbögen gebraucht und haben einen Ausschnitt zur Aufnahme der dazwischen zu spannenden Gewölbekappen.)

4. Gewölbesteine sind keilförmig gestaltet und erhalten ihre Form nach dem Radius des Bogens, dem sie angehören sollen; solche Keilziegel sind in vielen Fällen nicht zu entbehren, sonst müssen ordinäre Mauerziegel keilförmig mit dem Hammer zugehauen werden, wodurch jedoch stets die Tragfähigkeit des Ziegel wesentlich gemindert wird.

Digitized by Google

5. Brunnsteine sind von kreis- und keilförmiger Gestalt, meistens 18—21 cm. breit und auf einen Durchmesser von 1,5—2,0 m. centrirt, der Weite des Brunnens entsprechend; sie müssen hart gebrannt sein und werden trocken ohne Mörtel zur Herstellung von Brunnenschächten verwendet.

6. Fliesen, Estrichplatten, Flurziegel, Pflastersteine (Pflasterstück'l) werden in den verschiedensten Grössen und Formen angefertigt, von 12—45 cm. Breite, 4, 6 und 8 eckig, 4,5—7,5 cm. dick, in allen Nüancen des gebrannten Thons, weiss, gelb, roth, braun, auch wohl geschwärzt, um sie zu interessanten Mustern in lebendigen Linien und anmuthiger Farbe zusammensetzen zu können.

7. Mengt man der Lehmerde Lohabfälle, Sägespäne, Kohlenklein und Koksstaub u. s. w. bei und formt hieraus Backsteine, so erhält man leichte und poröse Steine, die in manchen Gegenden auch wohl Lohsteine genannt werden. Durch ähnliche Beimischungen hat man es auch vielfach versucht, den gepressten Backsteinen ein geringeres Gewicht zu geben, und obwohl die genannten Zumengungen fast kostenlos sind, da ihre Heizkraft nicht verloren geht, so sind sie doch nur unter ganz bestimmten und beschränkten Verhältnissen anzuwenden.

Die Schwierigkeit der Beschaffung der nöthigen Beimengungen, namentlich aber die Nothwendigkeit, sie in einen ziemlich hohen Grad von Feinheit zu versetzen, um die Thätigkeit der Abschneideapparate an den Ziegelmaschinen nicht zu stören, tritt hier um so mehr hindernd in den Weg, als man es hierbei meistens mit sehr bedeutenden Quantitäten oft von 25—30 pCt. des Thonvolumens zu thun hat.

Ist eine Massenproduktion solcher sogenannter Tuffziegel nicht nothwendig, so möchte die Handformerei als die passendste Art und Weise der Herstellung zu bezeichnen sein.

Die Tuffziegel sind wohl leicht, aber in fast allen ihren andern Eigenschaften verschlechtert. Vor allem entspricht das Ansehen solcher Steine nicht den Anforderungen, die man an einen guten Backstein zu stellen gewohnt ist.

Es ist begreiflich, dass bei der innigen Vermengung der beigesetzten Substanzen alle jene Theile derselben, die auf der Ziegeloberfläche sich befinden, nach dem Brennen dort eine Vertiefung zurücklassen, die mit den Aschenresten der gebrauchten Beimengungen zum Theil gefüllt ist. Die Oberfläche des Backsteins wird rauh und oft durch den Schnitt am Schneideapparat an den Kanten beschädigt.

Ein wesentlicher Nachtheil aber des in Rede stehenden Verfahrens ist die Einbusse des Ziegels an Festigkeit, die unter Umständen sehr bedeutend ist, und die überall zwischen 15—45 pCt. nachgewiesen worden ist. Die innere Struktur des Steines ist theilweise zerstört und der Zusammenhang aufgehoben.

Digitized by Google

Ferner zeigen sich hierbei weitere Uebelstände, die dem fertigen Ziegel allerdings nicht anzusehen sind, welche jedoch nach seiner Verwendung sich nur zu häufig geltend machen. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, dass besonders in den Fundamentmauern und den Gebäudesockeln, oder jenen Mauern, die von Feuchtigkeit zu leiden haben, eine Auswitterung von Aschensalzen (kohlensaures Kali) die Folge jener Beimengungen sein kann, welche nach der Verbrennung Asche zurücklassen und so Anlass zu Mauerfrass geben.

Hieraus geht hervor, dass die Herstellung poröser Mauersteine auf die angegebene Art nur in seltenen Fällen anzurathen ist. Nur wo es sich darum handelt, ganz besonders leichte Steine herzustellen, die stets in der Trockenheit bleiben und auf rückwirkende Festigkeit nicht in Anspruch genommen werden, nur dort ist dieses Verfahren am Platz, so z. B. bei leichten Einwölbungen.

Ein anderes Mittel, das Gewicht der Maschinenziegel zu verringern, besteht in dem Herausnehmen von Material aus dem Backsteine selbst, durch Herstellung von Hohlziegeln.

8. Hohlziegel. Schon im Alterthume war die Anwendung hohlgeformter Thonkörper zu architektonischen Konstruktionen verschiedener Art bekannt. In Pompeji wurden hohle Ziegel in den Fällen angewendet, wo eine trockene Oberfläche zu Freskomalereien gesichert werden sollte.

Fig. 82.

Fig. 83.

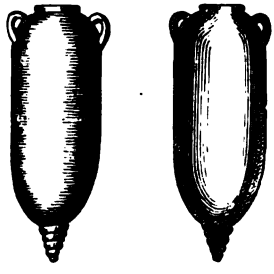


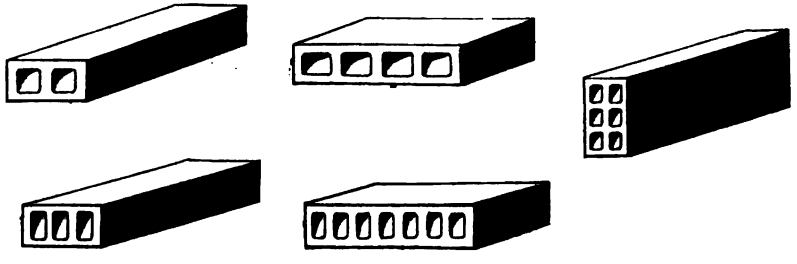
Fig. 84.

In England und in den westlichen Provinzen Frankreichs sind Röhrenziegel aus römischer Zeit gefunden worden, die zur Vertheilung warmer Luft aus einem Hypocaustum unter dem Fussboden eines Gebäudes benutzt waren. Es sind hohle, an beiden Seiten offene Parallelepipeden. Meistens bestanden jedoch diese hohlen Thonkörper aus Töpfen von verschiedener Gestalt, die zu den sogenannten Topfgewölben verwendet wurden; so ist die Kuppel der Kirche San Vitale zu Ravenna im 6. Jahrhundert unter Teodorich erbaut, mit Töpfen nach Fig. 82 überwölbt und mit Töpfen nach Fig. 83 hintermauert; auch das Grabmal der heiligen

Digitized by Google

Helena, Mutter Constantins des Grossen, bei Rom ist mit Töpfen Fig. 84, ebenso die Kirche San Stephano, früher Tempel des Faun in Rom, erbaut von Kaiser Claudius, mit ähnlichen Töpfen von Fig. 82 überwölbt worden. Die Einführung der Drainpressen hat nun Gelegenheit gegeben, von der Topfform abzugehen und Ziegelsteine herzustellen, welche mit den Vortheilen des gewöhnlichen Formats die Vorzüge der Töpfe vereinigen; so werden durch geeignete Formen Steine hergestellt, welche die viereckige Gestalt und Grösse unserer gewöhnlichen Mauersteine haben, und welche ihrer Länge nach von Oeffnungen durchdrungen werden. Auch kann man, wo es für einzelne Anwendungen zweckmässig ist, Steine herstellen, bei denen die Oeffnungen die Steine nicht der Länge nach, sondern der Quere nach durchlaufen. Solche Steine bieten gegen gewöhnliche Steine vielfache Vortheile; man braucht zu ihrer Fabrikation nur die Hälfte an Material, sie werden auf der Presse gebildet und lassen sich schnell fabriziren; sie trocknen, weil die Austrocknung auch von innen geschieht, in kurzer Zeit sehr gleichmässig, sie brauchen beim Brennen wenig Hitze. Der Transport der Steine wird ein billiger, die Mauern, die daraus hergestellt sind, trocknen schnell aus und schützen als schlechte Wärmeleiter gegen äussere Kälte und Hitze.

Fig. 85. Fig. 86. Fig. 87.



In bezug auf Form und Grösse werden hohle Ziegel in verschiedener Weise dargestellt. Das schicklichste, handlichste Format ist das unserer gewöhnlichen Mauerziegel; die Aushöhlungen sind entweder von länglich viereckigem, quadratischem oder rundem Querschnitt, wobei die Wandungen am geeignetsten gleiche Stärke erhalten, um ein gleichmässiges Trocknen zu erzielen; die Wandstärken hält man in der Stärke von 1,5 —2,5 cm. dick; die viereckigen Aushöhlungen rundet man wohl in den Ecken ab, um grössere Tragfähigkeit der Hohlziegel zu erlangen; die Zahl der Aushöhlungen ist verschieden, je plastischer das Ziegelgut ist, je mehr können die Hohlsteine durchlöchert werden. Die Figuren 85, 86, 87 zeigen verschiedene vielfach in Gebrauch kommende Hohlziegel.

Digitized by Google

In England hat man zur Herstellung von Aussenmauern hohle Verbandziegel für 25—45 cm. starke Wände in Anwendung gebracht von der Form der Fig. 88.

Die gewöhnlichen Hohlziegel, welche auf 4 Seiten geschlossen, auf 2 Seiten aber offen sind, eignen sich nur für das glatte oder volle Mauerwerk, da man mit ihnen keine Ecken ausführen kann, und hierzu bediente man sich bisher der vollen Steine.

Um mit diesen Schicht halten zu können, wurden die hohlen Ziegel in dem Format derselben gefertigt, und blieb bei einer Wandstärke von 2,25 cm., einer Höhe von 7,5 cm. und einer Breite von 14,25 cm. nur eine hohle Oeffnung von 3 cm. Höhe und 9,75 cm. Breite, ohne dass ein solcher Stein grössere Tragfähigkeit besitzt, als ein anderer von 14,25 cm. Höhe und 19,25 cm. Breite, dessen hohle Oeffnung 3 ⅛ mal so gross ist.

Fig. 88.

Das Format 14,25 cm. Höhe und Breite bei 30 cm. Länge wird daher in Norddeutschland wohl zu Hohlsteinen gewählt, um die dort üblichen Wandstärken und Verbände beibehalten zu können. Bei 2,25 cm. starken Wandungen enthalten diese Ziegel 324,0 kbcm. Thonerde, während gewöhnliche Steine von 14,3 cm. Breite, 7,5 cm. Höhe und 0,30 cm. Länge 320,6 kbcm. Thon enthalten, beide sind also ungefähr gleich schwer. Von Becherer und Kesseler in Greifswald sind nun Einsatzformen zu Ziegelpressen, um Hohlziegel mit geschlossenem Kopfe in jedem beliebigen Format formen zu können, konstruirt und auch patentirt worden; mit diesen lassen sich Hohlziegel anfertigen, die der Länge nach durchbohrt in den Läuferschichten, querdurchbohrt in den Bindeschichten und dann auch mit geschlossenem Kopf als Ecksteine im Mauerwerk Verwendung finden können, so dass dasselbe im Aeussern als von vollen Steinen ausgeführt erscheint, die Vortheile, die dadurch gewonnen werden, sind in die Augen springend; während Hohlziegel mit geschlossenem Kopf von 14,25 cm. Höhe, 14,25 cm. Breite und 30 cm. Länge das Doppelte der gewöhnlichen Ziegel an Mauerwerk geben, würde das Tausend Steine höchstens 9 Mark mehr kosten als die gewöhnlichen, eine bedeutende Ersparniss würde ferner durch Arbeitslohn und Mörtel erreicht, wobei die weitern Vorzüge der Hohlsteine hier nicht weiter rekapitulirt werden.

In England verwendet man auch senkrecht durchbohrte Hohl-

Digitized by Google

steine, die jedoch wenig zu empfehlen sein möchten, da hierbei die horizontalen Mörtelfugen schwer ausführbar sind.

Zur Herstellung der Fussböden (Zwischendecken) oder zur Ausfüllung der Balkenfache verwendet man auch Hohlsteine. Fig. 89 giebt den Querschnitt von solchen; sie sind mit Feder und Nuth versehen, so dass sie in einander eingreifen. Auch zur Konstruktion von Stalldecken werden Hohlziegel in neuester Zeit zur Anwendung gebracht und können ihrer vielen Vortheile wegen sehr empfohlen werden; sie schützen das Gebälk gegen Fäulniss, bilden einen leichten und warmen Deckenverschluss und lassen sich so dichten, dass ein Aufsteigen der Dünste durch das Gebälk vollkommen verhindert wird. Die Grösse der Steine entspricht natürlich der Breite der Balkenfelder, die genau inne zu halten ist; zwei verschiedene Anordnungen zeigt Fig. 90 und 91; die Steine werden mit einer Art Feder in die vertiefte Nuthe des Balkens eingesetzt und durch einen Keil, der förmlich den Schlussstein bildet, auseinandergehalten, sollen die Balken durch Thonplatten verkleidet werden, so wird dem Hohlsteine eine solche Form gegeben, dass er die Verkleidungsplatten mit trägt, wie dies die Figuren erklären; guter Cement wird zum Binden und Dichten dieser Hohlsteine angewendet.

Fig. 89.

Fig. 90.

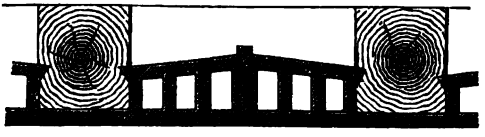
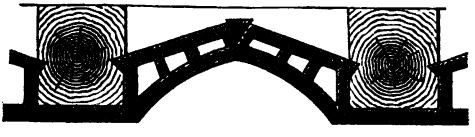


Fig. 91.



9. Gesimssteine, Formsteine, Façonsteine, Profilsteine werden nach angegebenen Zeichnungen mittelst Schablonen angefertigt, oder in eigens dazu gefertigten Formen gepresst und dann wohl wie die geschnittenen Steine behandelt.

Es möchte hier am Platze sein zu erwähnen, dass man allen künstlerisch bearbeiteten gebrannten Thonwaaren zum Unterschiede von den gewöhnlichen Ziegeln die allgemein eingeführte Bezeichnung „Terrakotta“ giebt.

Digitized by Google

In Griechenland, wo der herrlichste Reichthum an schönstem Marmormaterial vorhanden war, stand die Terrakotta-Fabrikation in grosser Blüthe, namentlich wurden gewisse Bautheile fast allgemein üblich aus gebrannter Erde hergestellt, wie z. B. die mannigfaltig gestalteten Dachplatten mit ihren Stirnziegeln und Firstreitern, Akroterien, Friese, Vasen, Ampeln, ja selbst Figuren-Reliefs und Statuen. Auch die Römer und im Mittelalter die Holländer, die Norddeutschen, die Bewohner der lombardischen Ebene leisteten Vorzügliches im künstlerischen Ziegelbau, während gegenwärtig Berlin, München und Wien wetteifern, Vollendetes in dieser Richtung zu schaffen.

Eine Hauptsache um Terrakotta darzustellen, bleibt immer eine taugliche Erde, die recht plastisch ist, sich gut brennen lässt und dann einen schönen Farbton besitzt. Langes Abliegen, Auswittern und Reinigen der Erde, dann eine erhöhte Aufmerksamkeit beim Durcharbeiten derselben, bleibt immer eine Hauptsache, letzteres besonders dann, wenn man gezwungen war, um den verlangten Farbton zu erreichen, verschieden sich brennende Thonarten zu mischen oder auch Farbenzusätze beizugeben. Ehe die Form gemacht wird, muss vorher das Schwindmass der betreffenden Erde genau ermittelt sein.

Im allgemeinen steht fest, dass das Schwindmass bei Anwendung von ungemischter Erde nahezu 12 pCt. beträgt, während dasselbe bei gemischter Masse wohl auf 6 pCt. herabsinkt. Sehr vortheilhaft ist es, der Terrakotta-Masse Zuschläge zu geben von alkalischen Erden, fein gemahlenen und scharf gebrannten unglasirten Thonscherben, reinem weissen Flusssand, Chamotte, Feldspath etc., wodurch in der Terrakotta ein Flussmittel sich bildet und ein Material sich erzeugen lässt, das ein sandsteinartiges oder auch ein granitisches Aussehen erhält; um ein Verziehen der Masse zu verhindern, ist es nothwendig, dem geformten Gegenstande nach Art der Hohlsteine gleiche Dicken zu geben.

Die Form, in welche der bearbeitete Thon in möglichst gleich starken Lagen eingedrückt wird, kann eine einfache oder sogenannte Stückform sein, sie wird meistens von Gyps gemacht und inwendig stark gefirnisst; nachdem der Thon in der Form etwas angezogen hat, wird sie geöffnet und der geformte Körper dem langsamen Trocknen übergeben; hat der Thon einige Festigkeit erreicht, so wird mit dem feinern Durchbilden des Gegenstandes begonnen, alle Unebenheiten werden beseitigt, etwa fehlende Stellen ergänzt, wozu unter Umständen, je nach der Wichtigkeit der Arbeit, geschickte Bildhauer zu verwenden sind. Nach vollendeter Durchbildung beginnt das vollständige Austrocknen, womöglich in einer Trockenkammer, in der die Wärme nach und nach gesteigert werden kann, was jedoch grosse Erfahrung und Vorsicht erheischt. Wird der Gegenstand dann gebrannt, so sind wohl nach den bereits erörterten Gründen hierzu die Oefen mit Generatoren die geeignetsten; bei periodischen Oefen und

Digitized by Google

auch bei allen den Oefen mit Streufeuerung thut man wohl die zu brennenden Stücke, um sie gegen Flugasche und gegen die direkte und schädliche Einwirkung von schwefliger Säure etc. zu schützen, sie vollständig mit ordinärer Waare zu umbauen, sie „einzukasteln". Da fast alle Terrakotten auf ein ganz bestimmtes Schwindmass berechnet sind, so werden sie bei Oefen, die im Querschnitt verschiedene Brenntemperaturen haben, nur innerhalb gewisser Zonen gebrannt werden können, und dann auch nur immer in Verbindung mit gewöhnlichen Ziegelprodukten.

Terrakotten haben überall bewiesen, dass sie der Witterung besser zu widerstehen vermögen, als wie dies bei vielen Hausteinen der Fall ist; dabei würde eine durchgebildete Steinhauerarbeit doch um Vielfaches theurer sein. In München sind ganze Säulenschäfte von 6,15 m. Höhe, kolossale Figuren von 5,13 m. Höhe und sehr reiche Säulenkapitäle und Ornamentenfriese, kolossale Wappenschilder u. s. w. aus Terrakotta angefertigt worden, wie überhaupt das Regierungsgebäude in der Maximilians-Strasse in München den Beweis liefert, was in diesem Zweige der Bautechnik Schönes erreicht werden kann.

Imitationen von Sandstein und Granit liefert vorzüglich die Mettlacher Fabrik von Villeroy & Bloch, ebenso die Porzellanmanufaktur in Nymphenburg; auch die Fabrik Ernst March Söhne in Charlottenburg hat sich durch ihre gelungenen Arbeiten in Terrakotta einen grossen Ruf erworben.

Mischt man den Thon mit ganz feinem Kohlenstaub, so erhält man nach dem Brennen eine äusserst leichte Masse, die fast gar nicht beim Brennen schwindet.

In allerneuster Zeit wurden in Norddeutschland Vereinbarungen unter den Ziegelfabrikanten und den Architekten erzielt, nach welchen den Mängeln und Uebelständen bei Bauausführungen im Backstein-Rohbau entgegengewirkt werden soll. Bei der Wichtigkeit dieser Angelegenheit geben wir hier die im Frühjahre 1879 in Berlin vereinbarten Beschlüsse bekannt:

1. An dem bisherigen Normalformat von 250, 120 und 65 mm. ist für die Hintermauerungssteine festzuhalten und eine strenge Durchführung desselben mehr als bisher anzustreben. Zur Herstellung von feineren Rohbauten sind die Verblendsteine so weit zu vergrössern, dass Lager und Stossfugen eine gleichmässige Breite von 8 mm. erhalten, d. h. 4/4 Verblendsteine sind 252—122 und 69 mm., 3/4, 1/2 und 1/4 Steinen entsprechend gross zu fertigen.

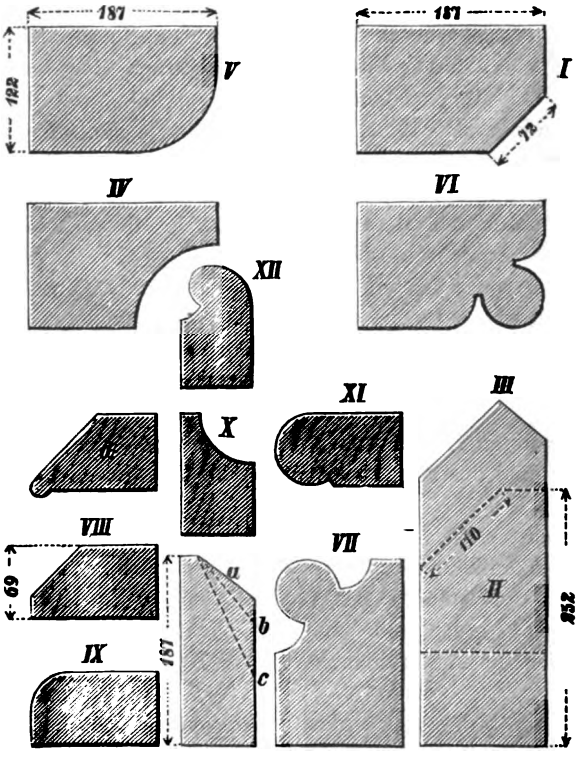
2. Die zulässigen Abweichungen sind nach der Feinheit des Materials und der beanspruchten Eleganz des Baues in jedem Falle festzusetzen. Bei feinen Verblendern sollen die Abweichungen in den Abmessungen der Steine untereinander 1 mm. nicht überschreiten.

3. Die Wandstärken hängen von dem Material und dem Zweck ab,

Digitized by Google

wozu der Stein verwendet werden soll; bei äussern Verblendsteinen sollen die Wandungen nicht weniger als 20 mm. betragen. Bei senkrecht gelochten Steinen (Ecksteinen, Profil- und Bogensteinen) dürfen die Löcher zur Vermeidung von Mörtelverlust und starkem Setzen des Mauerwerks nicht grösser sein als 15 mm. im Durchmesser.

Fig. 92.



4. Es ist wünschenswerth und der Verbreitung des Ziegelrohbaues förderlich, wenn auf den Ziegeleien neben den gewöhnlichen Verblendsteinen, Dreiquartieren etc. auch eine Anzahl einfacher und häufig wiederkehrender Profilsteine vorräthig gehalten wird. Diese Steine sind auf allen Ziegeleien als Normalsteine mit denselben fortlaufenden Nummern zu bezeichnen, welche sich nur auf das Profil beziehen, wogegen Steine desselben Profils, jedoch in abweichenden Längen keilförmig u. s. w. durch hinzugefügte Buchstaben zu bezeichnen sind, also z. B. 4a, 4b etc. Behufs leichterer

Digitized by Google

Einbürgerung hat man sich zunächst auf 12 Normalformen beschränkt, welche die vorstehende Figur 92 darstellt:

No. 1 ist ein kleiner Schmiegestein 187 mm. lang (Schmiegenbreite 70 mm.);

- 2 grosser Schmiegenstein 252 mm. lang;
- 3 Achteckstein wie No. 2 jedoch mit achteckiger Stossfuge.
- 4 bis 7 sind einfache Profilsteine in der Grösse von Dreiquartieren, d. h. 187 mm. lang.
- 8 bis 12 sind einfache Gesimssteine 252—122 und 69 mm. gross, das Profil von der langen Seite[1]).

10. Feuerfeste Backsteine, Chamotteziegel werden mit Zuhülfenahme feuerbeständiger Thone hergestellt. Reiner Thon, wie Kaolin, ist bei der heftigsten Ofengluth nicht schmelzbar; seine Feuerbeständigkeit wird aber stark herabgestimmt durch fremde Beimengungen von Kalk, Eisen, Mangan, Alkalien, Magnesia, Kieselsäure (Sand) und Silikaten (Feldspath).

Die Feuerbeständigkeit eines Thones glaubte man früher, sei abhängig von dem Resultate seiner chemischen Analyse, die ausser seinen Hauptbestandtheilen, Kieselsäure und Thonerde, einen Gehalt von mehr als 3 pCt. fremder Beimischungen nachweist; sinkt deren Menge unter 3 pCt., so glaubte man den Thon als einen ganz ausgezeichnet feuerbeständigen anpreisen zu können.

Mit solcher Annahme stimmten aber die vorgenommenen Glüh- und Schmelzversuche nicht überein, indem sich ergab, dass häufig zwei Thone, bei fast gleichen Analysen, in bezug auf ihre Feuerbeständigkeit sehr weit auseinandergingen. Eine solche Nichtübereinstimmung zwischen einer sorgfältig ausgeführten Analyse und dem Glühversuche hat ihren Grund in Verhältnissen, die trotz der aufmerksamsten und fleissigsten Forschungen noch immer nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnten.

Bei der äusserst komplizirten Zusammensetzung der Thone, in ihrem Verhältniss von Thonerde und Kieselsäure einerseits, andererseits bei den möglichen Variationen, in denen der Thon wieder mit anderen Stoffen vermengt ist, bei der schwierigen Frage ferner, wie sich in einem Thone die chemischen Verbindungen zu den mechanischen Beimengungen verhalten, endlich bei der grossen Verschiedenheit der Thone in bezug auf ihre physikalischen Eigenschaften ist es äusserst schwierig, wissenschaftlich die Feuerbeständigkeit der Thone zu begründen. C. Bischof in Wiesbaden und E. Richter in Waldenburg haben sich bereits jahrelang mit der Feststellung der Theorie der Feuerbeständigkeit der Thone beschäftigt, und liegt in dieser Beziehung ein äusserst interessantes Material sowohl in mehreren Jahrgängen des Dingler'schen Journales, als auch übersichtlich

[1]) Dass Nähere dieser Vereinbarungen brachte die Thonwaaren-Zeitung 1879. No. 4.

Digitized by Google

geordnet in den Jahresberichten über die Leistungen der chemischen Technologie von Rud. Wagner[1]) vor.

Von zwei oder mehreren Thonen, die übrigens einander in der Zusammensetzung sehr ähnlich sind, ist nach C. Bischof derjenige der strengflüssigere, welcher

1. am meisten Thonerde enthält;
2. dem am meisten Sand mechanisch beigemischt ist;
3. wird der strengflüssigere auch weniger Flussmittel enthalten, doch ist dabei zu beobachten, dass deren nachtheilige Wirkung als eine quantitativ verschiedene anzusehen ist, und zwar so, dass die Feuerbeständigkeit der Thone in erster Reihe geschmälert ist durch Alkalien, in zweiter durch Eisen, in dritter durch Kalk und am wenigsten durch Magnesia;
4. dürfte der grössere Wassergehalt auf eine grössere Strengflüssigkeit deuten.

E. Richter stellt diesen Sätzen nach eingehend angestellten Experimenten die Behauptung entgegen: die Feuerbeständigkeit eines Thones, welcher bezüglich seines Gehaltes an Kieselsäure und Thonerde, dem zweidrittel Silikate der letzteren entspricht, oder ihm nahe steht, wird am meisten beeinträchtigt durch Magnesia, weniger durch Kalk, noch weniger durch Eisenoxyd und am wenigsten durch Kali. Weiter stellt Richter den Satz auf: die Schmelzbarkeit des Thons hängt von den Gewichtsmengen und Verhältnissen ab, in denen einestheils Flussmittel, andererseits Kieselsäure in ihm vorkommen.

Für die Praxis von grösster Wichtigkeit sind die durch Bischof aufgestellten Werthbestimmungen der feuerfesten Thone; in seiner Abhandlung (Dingler's Journ. CC pag. 110 und pag. 289) hebt er hervor, dass bei Beurtheilung des pyrometrischen Werthes eines feuerfesten Thones aus der Analyse es im Grossen und Ganzen auf 2 Verhältnisse ankomme, die ins Auge zu fassen sind:

1. das Verhältniss der Thonerde zu den Flussmitteln und
2. das der Thonerde zu der Kieselsäure.

Die genaue Feststellung, wieviel Thonerde auf eine gewisse Menge oder 1 Theil Flussmittel, sowie zugleich, wie viel Kieselsäure auf eine gewisse Menge oder ebenso 1 Theil Thonerde kommt, giebt den Massstab zur pyrometrischen Beurtheilung des Thones.

Je mehr Thonerde ein Thon auf 1 Theil Flussmittel enthält, um so mehr schwerschmelzbar ist er, wie andererseits umgekehrt die Feuerflüssigkeit eines Thones zunimmt mit der grösseren Kieselsäuremenge. Enthält z. B. unter zwei Thonen in gedachter Beziehung der eine mehr Thonerde

[1]) Jahresberichte 1861 pag. 304. 1864 pag. 319. 1868 p. 399. 1870 pag. 288. 1871 pag. 457.

Digitized by Google

und zugleich weniger Kieselsäure, so ist dieser nothwendig der strengflüssigere; umgekehrt ist der thonerdeärmere wie kieselsäurereichere der feuerfestere, wie umgekehrt. Sind von zwei Thonen die in Rede stehenden Verhältnisse dieselben, so wird im allgemeinen das pyrometrische Verhalten ein gleiches sein. Ist unter zwei oder mehreren Thonen bald das eine Verhältniss vorwiegend, bald das andere zurücktretend, so lässt sich durch Rechnung ermitteln, welches der pyrometrisch höherstehende ist.

Ferner hat sich als bis jetzt endgültig, abweichend von den früheren Annahmen für die Werthstellung der feuerfesten Thone ergeben, dass bei einem Gehalte von 4 pCt. Flussmittel, wo für die meisten Fälle ein Hitzegrad wie Platin-Schmelzhitze nicht erreicht wird, sich das Eisenoxyd am indifferentesten verhält; am ehesten bewirkt einen glasigen Ueberzug der Kalk und alsdann das Kali; die Magnesia nimmt hinsichtlich unmerklicher Glasirung in demselben Feuergrade eine mittlere Stellung zwischen den genannten Basen ein. Je mehr die Menge der Flussmittel über 4 pCt. steigt, in um so geringerer Temperatur wie Temperaturdifferenz machen sich die bezeichneten Verschiedenheiten überhaupt geltend, bis sie sich endlich verwischen und in das Gegentheil umschlagen.

Bischof berechnet den Grad der Feuerbeständigkeit aus den sehr genau erforschten Analysen; als ersten und höchsten Grad wählt er die Zahl 100 und stellt 7 verschiedene Klassen auf.

I. Klasse, Grad der Feuerbeständigkeit = 100; hierher gehört als Repräsentant:

a) der Garnkirk-Thon, er besteht aus:

Thonerde	35,98	
Kieselsäure	39,63	44,26
- als Sand	4,63	
Magnesia	0,85	3,87
Kalk	0,42	
Eisenoxyd	1,00	
Alkalien	1,60	
Glühverlust	14,99	
	99,10	

b) der Thon von Saarau in Niederschlesien, er besteht aus:

Thonerde	33,14	
Kieselsäure	41,02	49,22
- als Sand	8,20	
Magnesia	0,14	1,41
Kalk	0,25	
Eisenoxyd	0,46	
Alkalien	0,56	
Glühverlust	15,95	
	99,72	

Digitized by Google

Der Thon von Garnkirk ist ein Schieferthon und gehört der Steinkohlenformation an, er ist kohlenhaltig, von geringem Bindevermögen und zeigt den höchsten Grad der Feuerbeständigkeit, indem er bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze keine Formenveränderung zeigt; bei wirklicher Schmiedeeisen-Schmelzhitze erweicht er wenig, aber ohne Abrundung.

Vorzüglich brauchbar ist er für pyrotechnische Zwecke, namentlich für Gussstahlfabrikation, Kernschächte, für Hochöfen etc. Diesem Thone stehen nahe die Thone von Gartscherik und von Cowen, die Wales- und Derby'schen, an diese reihen sich die Thone von Stourbridge, die schwedischen Thone, ein Thon aus den Steinkohlengruben bei Saarbrücken, der Thon von Saarau bei Waldenburg.

II. Klasse, Grad der Feuerbeständigkeit 70—60; hierher gehört als Repräsentant der geschlämmte Kaolin von Zettlitz bei Carlsbad in Böhmen, er besteht aus:

Thonerde	38,54	
Kieselsäure	40,53	45,68
- als Sand . .	5,15	
Magnesia	0,38	
Kalk	0,08	
Eisenoxyd	0,90	
Kali	0,66	
Glühverlust	13,00	
	99,24	

Die Porzellanerde von Zettlitz ist aus dem Granit entstanden und hat grauweisse Farbe; bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze schwindet sie stark, bleibt aber äusserlich ohne Glanz und ist dabei im Bruch völlig dicht; bei wirklicher Schmiedeeisen-Schmelzhitze bleibt sie unverändert.

III. Klasse, Grad der Feuerfestigkeit = 50; hierher gehört als Repräsentant der weisse ungeschlämmte Thon von Saarau, er besteht aus:

Thonerde	17,31
Kieselsäure	19,99
- als Sand . .	55,89
Magnesia	—
Kalk	—
Eisenoxyd	0,56
Kali	0,46
Wasser	5,70
	99,91

Der Thon von Saarau, in grosser Mächtigkeit vorkommend, entstammt dem Granit, auf dem er auch lagert; seine Farbe ist weiss mit grauem

Digitized by Google

Stich; bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze schwindet er wenig, erscheint aber im äussern glasig, innen aber körnig und wenig glänzend; bei wirklicher Schmiedeeisen-Schmelzhitze tritt eine stärkere Glasirung ein. Hierher gehören auch die Rohkaoline, wie sie zu Kapseln für die Porzellanfabriken und zum Bau von Puddel- und Schweissöfen Anwendung finden.

In diese III. Klasse sind auch die fetten, feuerfesten belgischen Thone zu bringen, die der Steinkohlenformation angehören; als beste Sorten sind die Thone von Andennes bei Namur und die von Strud-Maiseroul zu nennen.

Diese Thone finden hauptsächlich Anwendung zu Zinkmuffeln, Gasretorten, Glashäfen.

Der belgische Thon von Andennes besteht aus:

Thonerde	34,78	
Kieselsäure	39,69	49,64
- als Sand . .	9,95	
Magnesia	0,41	
Kalk	0,68	
Eisenoxyd	1,80	
Kali	0,41	
Glühverlust	12,00	
	99,72	

IV. Klasse, Grad der Feuerbeständigkeit = 45; hierher gehört als Repräsentant der Thon von Mühlheim bei Koblenz, er besteht aus:

Thonerde	36,00	
Kieselsäure	41,00	47,74
- als Sand . .	6,74	
Magnesia	0,33	
Kalk	0,40	
Eisenoxyd	2,57	
Kali	1,05	
Glühverlust	11,81	
	99,90	

Der Thon von Mühlheim dient als Ersatzmittel der belgischen Thone; er ist fett, von hohem Bindevermögen und hoher Strengflüssigkeit; bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze erweicht er, bei wirklicher erweicht er stärker.

V. Klasse, Grad der Feuerbeständigkeit = 30, hierher gehört als Repräsentant der Grünstädter Thon oder Grünstädter Hafenerde von Grünstadt in der Rheinpfalz, er besteht aus:

Digitized by Google

Thonerde	35,50	
Kieselsäure	39,32	47,33
- als Sand . .	8,01	
Magnesia	1,11	
Kalk	0,16	
Eisenoxyd	2,30	
Kali	3,18	
Glühverlust	10,51	
	96,94	

Der Grünstädter Thon hat bedeutendes Bindevermögen und wird als ein Verwitterungsprodukt des Porphyr angesehen, bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze erweicht er und glasirt, bei wirklicher Schmiedeeisen-Schmelzhitze erweicht er stärker. Benützt wird er zur Herstellung von Glashäfen etc.

VI. Klasse, Grad der Feuerbeständigkeit = 20, hierher gehört als Repräsentant der hessische Thon von Mönchsberg (Oberkaufungen bei Kassel), er besteht aus:

Thonerde	27,97	
Kieselsäure	33,59	57,99
- als Sand . .	24,40	
Magnesia	0,54	
Kalk	0,97	
Eisenoxyd	2,01	
Kali	0,53	
Glühverlust	9,43	
	99,44	

Der Thon von Mönchsberg gehört zu den mittelmässigen Braunkohlenthonen, besitzt ein hohes Bindevermögen, erweicht bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze und namentlich bei wirklicher in eine blasenhöhlige Schlacke.

VII. Klasse, Grad der Feuerbeständigkeit = 10, hierher gehört als Repräsentant der Thon von Niederpleis an der Sieg, er besteht aus:

Thonerde	28,05	
Kieselsäure	30,71	58,32
- als Sand . .	27,61	
Magnesia	0,75	
Kalk	0,72	
Eisenoxyd	1,89	
Kali	1,39	
Glühverlust	8,66	
	99,78	

Digitized by Google

Der Thon von Niederpleis gehört zu den gewöhnlichen Braunkohlenthonen, wie überhaupt ähnliche Thone überall in der Braunkohlenformation auftreten. Er zeichnet sich durch bedeutendes Bindevermögen aus, schmilzt aber bei annähernder Schmiedeeisen-Schmelzhitze zu Email, während ihn wirkliche Schmiedeeisen-Schmelzhitze total in Fluss bringt.

Hauptsächlich wird dieser Thon zur Fabrikation feuerfester Steine benutzt.

Dr. Seger[1]) sucht dagegen nachzuweisen, dass **wenn es überhaupt gelänge aus der chemischen Zusammensetzung eines Thones Schlüsse auf die Schmelzbarkeit zu ziehen**, diese nur dann zutreffen können, wenn derselbe sich in einem solchen Zustande befindet, dass man ihn als eine chemisch homogene Masse ansehen kann; er müsste also völlig geflossen sein. Die chemische Analyse wird aber um so weniger einen sichern Massstab für die Beurtheilung abgeben können, je weniger Substanz des Thones sich wirklich verflüchtet hat, je weiter die Zusammensetzung dieses Thones demnach von der Zusammensetzung des Thones als Ganzes abweicht. Von besonderem Einfluss sind nach Dr. Seger für die Feuerbeständigkeit der reinen Thone (Kaolin) ihre Aequivalent-Verhältnisse (zwischen Kieselsäure, Thonerde und Wasser), so wie das Verhältniss, in welchem Thonerde und Kieselsäure zu den beigemengten Flussmitteln (besonders bei den Kaolinen Feldspath) stehen. So wurde durch Brennversuche nachgewiesen, dass bei Kaolinen der Grad der Versinterung und schliesslich ihre Erweichung in erster Linie von der Thonsubstanz abhängig ist, dass deren Widerstand aber wesentlich von der Menge des Quarzes und der Feldspathtrümmer beeinflusst wird.

Bei weitern Untersuchungen von Thonen aus der Braunkohlenformation diente die Elementar-Analyse dazu, die mineralischen Bestandtheile daraus zu bemessen; dann für die Thonsubstanz das Aequivalentverhältniss zwischen Kieselsäure, Thonerde (+ Eisenoxyd) und Wasser (+ Alkalien) zu finden, und endlich das Verhältniss zu bestimmen zwischen den Flussmitteln der Kieselsäure und der Thonerde.

Dem entsprechend zeigen sich diejenigen Thone als vorzügliche Klinkerthone, die zugleich den höchsten Gehalt an feiner ungebundener Kieselsäure (nicht als Sand, sondern in zum Theil der Thonsubstanz an feiner Zertheilung gleichkommendem Quarz), welcher als die am wenigsten durch das Feuer beeinflusste Substanz, die Erhaltung der Form ermöglicht; in dem Masse als dieser Quarzgehalt geringer wird, verlieren die Thone auch mehr ihre Eigenschaft der Klinkerungsfähigkeit im Feuer.

Dr. Bischof stellt den von H. Seger gefundenen Resultaten folgende Sätze entgegen: in bezug auf die Kaoline, die auf indirektem Wege und unter Vorbehalt gefundenen Feldspathmengen sind nicht massgebend für deren Schmelz-

[1]) Zur chemischen Konstitution der Thone: Notizblatt 1876. S. 245.

Digitized by Google

barkeit oder deren pyrometrische Stellung unter einander; auch für den gefundenen Quarz ist als Regel ein Zutreffen von analytischen und pyrometrischen Resultaten nicht nachzuweisen; nur bei den leichtflüssigen Kaolinen scheint sich ein solches geltend zu machen. Massgebender ist die Gesammtmenge der Mineralientrümmer oder umgekehrt die berechnete Thonsubstanz; noch weit zutreffender und massgebender erweist sich der aus den Gesammtanalysen berechnete Schmelzbarkeitsquotient, der zugleich ein einheitliches, zahlenmässiges Verhältniss abgiebt.

Bei den feuerfesten Thonen aus der Braunkohlenformation erweist sich hinsichtlich deren pyrometrischer Stellung weder die relative Menge des Feldspaths noch die des Quarzes, noch die der Thonsubstanz als massgebend; andererseits giebt der aus der Gesammtanalyse abgeleitete Schmelzbarkeitsquotient durchaus genügenden Anhalt.

Bei den Ziegelthonen gaben Feldspath und Quarzmengen, so wie auch die Summe der Mineraltrümmer keine entsprechende Norm für ihren pyrometrischen Werth; es stellt sich für diese Thone eine relative hochgesteigerte Prüfungshitze als die zur pyrometrischen Beurtheilung entscheidende heraus.

Wenn die vielverdienten Specialisten trotz mühevollster Arbeit über das Wesen der Thone für deren Schmelzbarkeit noch nicht zu übereinstimmenden Resultaten gelangt sind, so ist es offenbar äusserst schwierig, die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Thone und deren Schmelzbarkeit wissenschaftlich festzustellen, weil viele Momente, welche diese beeinflussen, nach ihrem Wirkungswerthe sich nicht so leicht erkennen lassen und deshalb unberücksichtigt zu lassen sind; besonders ist dies der Fall mit dem Einfluss der physikalischen Zustände, mit der Flussmittelart, ob sie aus Kali, Natron, Kalk, Eisenoxydul und in welchem gegenseitigen Verhältniss zu einander stehn.

Hieraus folgt, dass die Schmelzbarkeit der Thone sich theoretisch immer nur sehr annäherungsweise wird feststellen lassen; die Resultate aber, die Dr. Bischof aufgestellt hat und die darauf hinzielen zu erkennen, welchen relativen Widerstand die Thone der Hitze entgegensetzen und welche innern chemischen Vorgänge auf den Gang der Versinterung von Einfluss sind, genügen der Praxis vollkommen, wie sie denn auch von derselben dankbarst entgegengenommen wurden.

Um einen nicht feuerbeständigen Thon zu einem feuerfesten zu machen, giebt Bower folgendes Verfahren an: der gewöhnliche nicht feuerbeständige Thon verdankt diese Eigenschaft seinen Beimengungen von Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, wogegen der feuerbeständige frei davon ist. Wird nun der so gemengte Thon mit roher Salzsäure eine Stunde lang kochend behandelt, so werden die genannten Beimischungen aufgelöst und der Thon dann vollkommen mit Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Ist auch das Hauptmaterial zur Fabrikation der feuerfesten Backsteine ein guter Thon, so wendet man solchen allein zur Herstellung von

Digitized by Google

feuerfesten Steinen nicht an, da er meistens zu fett ist und beim Trocknen reissen und zu stark schwinden würde, daher mischt man den Thon mit Chamotte, welches nichts anderes als stark gebrannter und fein zerpochter Thon ist. Gewöhnlich benutzt man hierzu die unverglasten Porzellankapselscherben aus den Geschirr-Manufakturen, die man entweder mittelst Pochwerken oder Quetschwalzen zu einem feinen Mehl verwandelt.

Dieses gewonnene Chamottemehl wird mit dem Thon gehörig durch Knet- oder Thonmessermaschinen vermengt, Steine daraus geformt, und nachdem diese getrocknet sind, werden sie in der Regel in den Porzellanöfen mitgebrannt oder in eigens dazu konstruirten Oefen, in denen vollkommene Weissglühhitze zu erzielen ist.

Der Mörtel, dessen man sich zum Vermauern der Chamottesteine bedient, besteht aus derselben Masse, aus welcher sie selbst geformt werden, ist somit auch feuerbeständig.

Eine ausserordentlich wichtige, ja epochemachende Rolle nehmen ihrer äussersten Unschmelzbarkeit wegen die Dinassteine ein. Die Fabrikation dieser Quarzziegel wurde 1822 von M. Weston Young eingerichtet. Das Rohmaterial ist der sogenannte Dinas-Sandstein von hellgrauer Farbe, und wird dieser zwischen eisernen Quetschwalzen und Kollermühlen zu einem groben Pulver gemahlen; dieses Gestein, zwei verschiedenen Orten entnommen; Sorte I enthält: 98,31 Kieselerde, 0,72 Thonerde, 0,18 Eisenoxydul, 0,22 Kalk, 0,14 Kali und Natron, 0,35 Wasser.

Sorte II enthält: 96,73 Kieselerde, 1,39 Thonerde, 0,48 Eisenoxydul, 0,19 Kalk, 0,20 Kali und Natron, 0,50 Wasser; das Material ist demnach ein fast reiner Quarzsand.

Das Gesteinspulver wird mit 1 pCt. Kalk und einer hinreichenden Menge Wasser zu einer steifen Masse angeknetet; bei dem Mangel an aller Plasticität der Masse ist man genöthigt, den Steinen durch Pressen ihre Gestalt zu geben und lässt sie dann in den Formen vortrocknen. Nachdem die Form von den gepressten Steinen abgenommen, wird ihnen auf eisernen Unterlagen alles Wasser entzogen. Dann werden sie 7 Tage bei ausserordentlich hoher Hitze in Oefen gebrannt und eben so lange abgekühlt.

Bei diesem starken Brennen sintern die Quarztheilchen durch die beigemengten Erden und Alkalien, sowie durch den beigesetzten Kalk zusammen, und gewinnen die Steine die Bindung und Festigkeit der gewöhnlichen feuerfesten Steine. Die fertigen Steine sind von bedeutender Härte, scharfkantig, körnigem Gefüge, erbsengrosse Quarztheilchen in sich einschliessend. Sie ertragen die höchsten Temperaturen ohne zu schmelzen und haben das Eigenthümliche, wie dies bei jedem Quarz vorkommt, dass sie sich in der Hitze ausdehnen, während andere feuerfeste Steine sich zusammenziehen; bei ihrer Verwendung ist daher das daraus errichtete Mauerwerk nie mehr der Bildung von Schwindfugen ausgesetzt.

Digitized by Google

Raschen Temperaturwechsel vertragen sie nicht, auch sind sie beim Aufbewahren vor Nässe zu schützen; ebenso werden sie wegen ihres hohen Kieselerdegehaltes bei Berührung von basenreichen Schlacken oder Flugasche angegriffen. Zu den Fugen beim Ofenbau wird dieselbe Masse, aus welcher die Steine bestehen, verwendet.

Am meisten haben sich bisher die englischen Dinassteine bewährt, die in ihrer Festigkeit einem natürlichen Kieselsandstein nahe stehen; die deutschen Fabrikate sind meist thonhaltiger und nicht vollkommen in ihrer Pressung, aber es möchte wohl kaum daran zu zweifeln sein, dass auch bei uns ein Rohmaterial sich finden liesse, das bei geeigneter Fabrikationsweise ausgezeichnete Resultate erzielen lässt. Industriellen, welche sich für die Fabrikation von Dinassteinen interessiren, rathen wir, sich an Dr. Bischof zu wenden, der auch über den pyrotechnischen Werth dieses wichtigen Materials umfassende Untersuchungen angestellt hat, über welche Dingler's Journal Band 201, Seite 339 weitere Auskunft ertheilt.

Nach einem in Frankreich patentirten Verfahren mischt man reinen Quarzsand mit einer gesättigten Chlorkalciumlösung und formt die breiige Masse zu Steinen. Beim Brennen bildet sich kieselsaurer Kalk, welcher die Quarzkörner zusammenkittet.

Unter dem Namen plastisches Dinaskrystall kommt neuester Zeit ein Material in den Handel, welches vorherrschend aus Kieselsäure mit geringem Thonzusatz besteht und ein schwach gelblich-graues schweres Pulver bildet, das, mit Wasser angemacht, einen gut formbaren Teig giebt und in einigen Stunden erhärtet. Wird die vollständig ausgetrocknete, ziemlich feste Masse der hellen Rothglühhitze ausgesetzt, so geht sie in Sinterung über und wird äusserst hart und widerstandsfähig, ohne ihr Volumen dabei zu verändern. Dementsprechend empfiehlt sich das plastische Dinaskrystall zur Neu-Herstellung und Reparatur aller Feuerungen, die mit grossen Hitzegraden zu arbeiten haben.

Zu den feuerfesten thonerdigen Materialien gehört auch der Bauxit, der namentlich an vielen Orten Frankreichs, Irlands, Steiermarks und Krain, dann in Calabrien oft in starken Ablagerungen vorkommt. Seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht er auch aus einem Thonerdehydrat mit wechselnden Mengen von Kieselsäure und Eisenoxydhydrat. Sein Thonerdegehalt steigt bis zu 65 pCt., der Eisenoxydgehalt in eisenreichen Varietäten bis zu 48 pCt., der Wassergehalt schwankt zwischen 9—25 pCt., der Kieselsäuregehalt überschreitet aber selten 8 pCt.

Siemens verwendet Bauxitziegel in seinen rotirenden Oefen für direkte Herstellung von Eisen und Stahl. Sehr geschätzt wird der eisenfreie Wocheinit, der massenhaft in Krain vorkommt und zu feuerfesten Schmelztiegeln ein vorzügliches Material liefert; in neuester Zeit ist auch ein Bauxitlager im Nassauischen bei Hadamar aufgefunden.

11. Dachziegel; man unterscheidet flache und hohle.

Digitized by Google

Die Erstern (Dachplatten, Flachziegel, Bieberschwänze) sind meistens 42—48 cm. lang, 18 cm. breit, 15 mm. dick; der vordere Rand ist entweder gerade, auch gerade mit gebrochenen Kanten, oder im Segment, auch wohl halbkreisförmig abgerundet, selten im rechten Winkel zugespitzt. Am Ende, in der Mitte ihrer Breite, haben sie einen Haken zum Aufhängen, die sogenannte Nase oder einen aufgebogenen Rand; sie müssen vollkommen eben sein und aus einer gut gebrannten Masse bestehen.

Die hohlen Dachziegel sind fast halbe Cylinder; deren Querschnitt einen halben Kreisbogen von 150 Grad bildet. Ihre Weite nimmt aber allmälig von oben nach unten zu. Ihr Gebrauch ist gegenwärtig ein ziemlich beschränkter. Man hat sie nur noch nöthig zum Eindecken der Dachfirste, und zur Ausbesserung von alten, mit solchen Ziegeln gedeckten Dächern. Man nennt die unten umgekehrt liegenden Haken, die obern Preisse. S-Ziegel, doppelt hohle Dachziegel, Flamänder Ziegel haben den Querschnitt von einem liegenden ∞; die römischen Dachziegel bestehen aus nebeneinander gelegten Flachziegeln mit aufgebogenem Rand, über den ein Hohlziegel deckend zu liegen kommt.

Französische Dachplatten siehe Formen der Dachplatten S. 275 f.

Um den Dachziegeln theils ein schönes Aussehen zu geben, theils auch um dieselben gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen, versieht man sie wohl mit farbigen Glasuren, und haben sich solche glasirte, Ziegel durch ungemeine Dauer ausgezeichnet. In München hat man verschiedene Proben angestellt und nach wiederholten Versuchen wurden die für die Mariahilfskirche in der Vorstadt Au bestimmten farbigen Dachziegel auf folgende Weise behandelt: Die Platten selbst bildete man in der Töpferwerkstätte aus einer Masse, die aus 3 Theilen gewöhnlichem, sich rothbrennenden, gereinigtem Lehm und einem Theil kalkigem Letten, nebst einem Theil Quarzsand bestand und wie andere Töpfermassen zusammengearbeitet wurde.

Die daraus gebildeten Dachplatten wurden dann völlig lufttrocken im starken Feuer des Töpferofens gebrannt. Nach dem Brennen wurde die Glasur aufgetragen, worauf man die Ziegel zum zweiten Mal stark brannte.

Man nahm zur Bildung der Glasurmasse 10 Pfund Villacher Blei (das beste Blei, welches im Handel vorkommt) und dazu 1 Pfund von dem vorzüglichen Bankazinn, kalzinirte Beides, in Töpfe gebracht, zu Asche. Um nun die weisse Glasur zu erhalten, welche zugleich den Grund für die übrigen Glasuren bilden musste, wurde mit Sorgfalt folgendes Gemenge gemacht:

11 Pfund Blei von jener Blei- und Zinnasche, 4 Pfd. reiner Quarzsand, 2 Pfd. Porzellanerde, 3 Pfd. Kochsalz, 2 Pfd. weisses Glas, 2 Pfd. kohlensaures Kali und 1 Pfd. Salpeter. Dies Gemenge wurde in Schmelztiegel gebracht, die man vorher mit einer Mischung von 1 Theil Kalk

Digitized by Google

und 2 Theilen Quarz ausgegossen hatte, dann im Ofen völlig zu Glas geschmolzen, in kaltem Wasser abgelöscht, zerstossen und auf der Glasurmühle fein gemahlen.

Zur blauen Glasur diente dann ein Gemenge von 6 Pfd. jener Glasur, ¼ Pfd. Kobalt und 1 Quint Braunstein. Zu Grün: 6 Pfd. Glasur, ¼ Pfd. Smalte, 4 Loth Kupferasche. Zu Gelb: 3 Pfd. Glasur, 14 Loth gebranntes Antimonium (schwach gebrannt). Zu Braun: 6 Pfd. Glasur, 6 Loth Braunstein.

Alle Farben wurden auf der Glasurmühle zum feinsten Pulver gemahlen.

Diese Glasuren haben seit 1836 sich vollständig bewährt.

Auch Backsteine lassen sich in ähnlicher Weise farbig glasiren. Spezielleres hierüber siehe Seite 390.

Von den nöthigen Eigenschaften guter Backsteine.

Gute, aus Ziegelerde gebrannte Steine sollen gleich den Natursteinen die Haupteigenschaften, von denen die Dauer der Gebäude abhängt, nämlich entsprechende Härte, Festigkeit und Dauer gegen die Wirkungen der Luft und Witterung in vorzüglichem Grade besitzen. Diese Vorzüge selbst werden abhängen von der natürlichen Güte des Materials, den zweckmässigen Vorbereitungen desselben zur Ziegelfabrikation, dann von dem guten Brande der dem Brennofen übergebenen Lehmsteine. In den gebrannten Ziegeln dürfen sich daher keine groben Einmengungen, z. B. grosse Steine befinden, die aus der Masse leicht ausfallen und Löcher zurücklassen. Ebenso darf man keine grösseren Kalkpartien im Ziegel wahrnehmen. Der gewöhnliche Vorzug oder Mangel der Backsteine besteht aber in dem guten oder schlechten Brennen derselben, der sich durch Mangel an Härte, durch den Bruch und zum Theil selbst durch die Farbe verräth. Gut gebrannte Ziegel kommen an Härte den harten Natursteinen nahe, geben wohl selbst am Stahle Feuer, widerstehen starken Schlägen mit dem Hammer und haben einen scharfkantigen Bruch bei dichtem, geschlossenem Ansehen. Groberdig aussehende, dabei leicht und stark abfärbende Ziegel gehören zu den schlechtesten. Ein gewöhnliches Probemittel ihrer Härte besteht darin, dass man sie mit dem Hammer anschlägt, wobei sie einen hellen reinen Klang geben müssen; ein dumpfer Klang beweist schlecht gebrannte Waare, ein schlirrender Ton lässt auf bestehende Zerklüftungen schliessen. Da sich durch das Brennen die Dichtigkeit der Lehmmasse vermehrt, so werden gut gebrannte Ziegel das Wasser in weit

Digitized by Google

geringerem Grade (⅛ des Gewichtes) einsaugen und nicht bedeutend an Schwere zunehmen. Die Farbe der Ziegel an sich lässt, allein betrachtet, noch keinen sicheren Schluss auf deren Güte zu; Lehm, der Eisenoxyd besitzt, brennt sich roth je nach der Menge der Einmischung, von hell- bis kirschroth, letzteres besonders bei sehr scharfem Brand; eisenfreier Thon brennt sich mehr gelb, welche Farbe selbst ins Weisse übergeht. Ob die Backsteine dem Weschel der Witterung widerstehen, lehrt am besten die Erfahrung, besonders bei Thon, den man nicht erprobt hat, daher man gerne Dachplatten den Einflüssen des Winters und dem Witterungswechsel in einzelnen Probestücken aussetzt. Man legt die zu probenden Backsteine auch wohl in einem Haufen so auf, dass sie scharf von der Sonne beschienen sind und übergiesst sie häufig mit Wasser, wobei sie sich nicht abblättern und sich nicht aufblähen dürfen. Es gehört übrigens auch zu den Fehlern der Backsteine, wenn sie theilweise glasige Oberflächen haben, weil diese den Mörtel nur sehr schwer binden und solche Ziegel kein Wasser einsaugen, dann Unebenheiten in den Flächen, wenn die Ziegel krumm gezogen sind, überhaupt Unvollkommenheit in der Form, unvollkommene Ausbildung der Kanten und Ecken. Ziegel in grosser Anzahl, welche zu gleichen Zwecken dienen, müssen gleiches Format haben.

Gebrannte Steine sollen auch, besonders wenn sie zu Rohbauten Verwendung finden, in bezug auf ihre Farbtöne tadellos erscheinen, weissliche und schmutzig aussehende Anflüge, die theilweise durch Flugasche, theilweise aus Effloreszenzen von Gyps und alkalischen Salzen beim Schmauchprozess[1]) entstanden sind, geben dem Mauerwerk ein höchst störendes Aussehen; ähnlich wirken verschiedene Salzauswitterungen; hauptsächlich sind es schwefelsaure Salze, Gyps, schwefelsaures Natron (Glaubersalz) und schwefelsaure Magnesia (Bittersalz), die sich im gebrannten Thon vorherrschend dann bilden, wenn beim Brennprozesse schwefelkieshaltige Kohl verwandt wird. Diese Auswitterungen sind aber streng zu unterscheiden von jenen Salzen, die sich im Mauerwerke bilden können unter gegenseitiger Einwirkung von Mörtel, Steinmaterial, Gartenerde, Kloakenflüssigkeit etc. und sich als Mauerfrass charakterisiren.

Grüne Ausschläge auf hellfarbigen Steinen an feuchten Stellen bestehen meistens aus Algenbildungen, obwohl auch solche grüne Flecken vom Chrom herrühren können, das in der Ziegelerde enthalten war; die an den Ziegelrohbauten sich zeigenden schwarzen Flecken sind vorherrschend von Pilzen gebildet, die sich in der Regel vergesellschaften mit den Auswitterungen von kohlensaurem Kalk und Gyps.

Der isolirte Prozess der Auswitterung in den Backsteinen ist in der Regel ein kurz begrenzter und wirkt, wenigstens bei Gyps und schwefel-

[1]) Siehe Seite 316.

Digitized by Google

saurem Natron, in keiner Weise zerstörend auf das Mauerwerk ein, versieht es aber mit einem Beschlag, der bei Rohbauten sehr störend wirkt; ein weisser Beschlag entsteht auch hin und wieder an Backsteinen, die nicht mit schwefelhaltiger Kohle gebrannt sind und erweist sich als Kalkhydrat; hat der Lehm fein zertheilten kohlensauren Kalk in sich, so wird häufig in demselben beim Brennprozess neben der Versinterung Aetzkalk gebildet, der an frisch gebrannten Steinen seiner kleinen Atome wegen mit dem Auge nicht erkennbar ist. Nach Zutritt von feuchter Luft oder Wasser löschen sich diese Theilchen, und da sie dabei ihr Volumen um das zwei- bis dreifache vergrössern, so erscheinen sie als feiner weisser Beschlag von Kalkhydrat.

Vom Färben, Glasiren und Plattiren der Ziegelwaare.

Die Farbennüancen, die man bei der gewöhnlichen Ziegelfabrikation zu erreichen im Stande ist, und die man wohl durch Mischen mehrerer, in der Farbe sich verschieden brennender Thone vermehren kann, sind doch wenig dazu angethan, höhere Effekte im Backsteinrohbau zu erreichen, sie bewegen sich doch immer nur in dem engen Rahmen von Gelb und Roth[1]). Das Streben der Farbe, einen lebendigeren Antheil bei der Backsteinarchitektur zu erringen, machte sich schon sehr frühzeitig geltend, denn in den ältesten Bauresten von Babylon und Ninive wurden Backsteine mit farbigen Glasuren aufgefunden. Nach Diodor[2]) erbaute Semiramis in Babylon eine kreisrunde Mauer aus rothen Ziegeln, auf welcher allerlei wilde Thiere dargestellt und in künstlicher Weise durch Farben der Natur nachgebildet waren; aus der Gegend von Ninive sind durch Ausgrabungen in den ältesten Ruinen von Mugeir, aus der Zeit von 2230 v. Chr. stammend, vorzügliche schöne farbenreiche Backsteine auf unsere Zeit gekommen, welche die mannigfaltigsten mosaikartigen Gemälde nachgewiesen haben. Wie die alten Griechen und die Etrurier sich darauf verstanden, ihre gebrannten Thonvasen durch den Reiz farbiger Dessins zu wirklichen Kunstwerken zu erheben, ist männiglich bekannt.

In gleicher Weise geschickt in Herstellung von farbigen glasirten Thonwaaren, besonders von Fliesen mit charakteristisch rauhen Oberflächen waren die Mauren; die sogenannten „persischen“ Fliesen wurden in Brussa angefertigt und hatten eine Verbreitung über einen grossen Theil

---

[1]) Gefärbte engobirte Backsteine siehe Seite 865.

[2]) Diodor, liber II cap. 8.

Digitized by Google

der asiatischen Türkei; in gleicher Weise bewundern wir noch heute die schönen farbigen, meist geometrischen Flachmuster, durch welche teppichartig die meisten Wände der Alhambra geschmückt erscheinen.

Nach Unterwerfung der Mauren hat sich die keramische Kunst in Spanien lange erhalten, als Blüthezeit ist aber das 13. bis 15. Jahrhundert anzunehmen. Die Araber verpflanzten ihre Kunst in der Folge auch nach Italien, und von der Insel Majorka, wo diese Poterien am schönsten verfertigt wurden, erhielten die Fabrikate den Namen Majolika; die Majolika ist besonders vertreten in den Skulpturen von Luca della Robbia (1400 bis 1481) in Florenz; alle diese Arbeiten sind, abgesehen von ihrem hohen künstlerischen Werthe gegenwärtig noch so lebendig in ihrer Farbenwirkung, als wären sie soeben erst vollendet. Die Figuren in diesen Reliefwerken sind meist auf blauem, zum Theil auf grünem Untergrund; die Masse besteht aus gereinigtem Töpferthon nebst Sand und Thonmergel, die Glasur enthält hauptsächlich Zinnoxyd. Während Luca della Robbia seine anscheinend selbstständige Erfindung für plastische und bauliche Zwecke verwerthete und sich im Stil von den Formen des Orients frei machte, war das Gegentheil hiervon in der umbrischen Fabrikation der Gefässmajoliken eingetreten. Von dieser Schule sonderten sich später die toskanischen Fabrikstätten für Thongeschirre ab, indem sie mit der zinnhaltigen Glasur des Luca auch ursprünglich dessen plastische Richtung und einfache Farben adoptirten. Ein Hauptort der letzteren Schule war die Stadt Faenza, welche dem Fabrikate den Namen Fayence gab. Die Majoliken des Luca sind emaillirtes Fayence, dessen technisches Merkmal in ihrer opalen weissen, zinnhaltigen Glasur besteht; von diesen unterscheiden sich die Mezza-Mojaliken dadurch, dass bei ihnen die Masse mit einer dünnen Lage von Pfeifenthon überzogen ist, dessen Weisse durch die durchsichtige Bleiglasur hindurchscheint und ihr das Ansehen giebt, als sei sie undurchsichtig. Erst gegen Ende des 15. Jahrhunderts fanden auch die umbrischen Werkstätten die Kombination des eigentlichen Zinnemails und verwertheten solche in der Darstellung ihrer Majoliken. Zum Verfall der Mojolikenfabrikation in Italien hat die Erfindung des Porzellans wesentlich beigetragen.

In Frankreich nahm Bernhard Palissy (1510—1589) das plastische Prinzip des Luca della Robbia wieder auf und leistete wie dieser ausserordentliches; von besonderer Originalität sind die pièces rustiques, grosse Flachgefässe, auf denen Pflanzen und Thiere ungemein naturgetreu gruppirt waren.

Das Mittelalter bringt uns endlich überall da, wo der Backsteinrohbau in den Vordergrund tritt, vielfache Beweise auf welch' hoher Stufe die Industrie, farbige Glasuren herzustellen, sich befand; Nachweise hierüber finden wir in den Städten Brandenburg, Stralsund, Stendal, Lübeck, Stargard etc.

Digitized by Google

Die einfachsten Glasuren, wie man sie wohl bei der Fabrikation von Thonröhren in Anwendung bringt, bestehen darin, dass man in die in Weissgluth sich befindenden Oefen Salz einbringt; da sich der Ofenraum sofort mit Salzdämpfen anfüllt, so überziehen dieselben die freien Oberflächen sehr gleichmässig mit einer sehr dünnen aber glänzenden und harten Glasurschicht, die in der Regel gelblich oder bräunlich erscheint, aber eine perlgraue Färbung erhält, wenn man während des letzten Theiles der Brennzeit viel überschüssige Luft durch den Ofen ziehen lässt; um eine zu starke Abkühlung „beim Salzen“ zu vermeiden, giebt man wohl das Salz zweimal in Zwischenräumen von etwa ½ Stunde und in geringerer Quantität ein. Nach dem Salzen werden die Oefen vollständig geschlossen und überlässt man sie der Abkühlung.

Handelt es sich um Herstellung farbiger Glasuren, so verfährt man wie beim Glasiren der Dachplatten, siehe Seite 385.

Andererseits schwanken die Mischungsverhältnisse der verschiedenen Glasuren in den einzelnen Fabriken und für die einzelnen Produkte ganz ausserordentlich und werden vielfach geheim gehalten; der Hauptsache nach bestehen alle farblosen Glasuren aus Feuersteinpulver (Kieselsäure), Porzellanerde, Bleiweiss und Borax, und wird diesem Gemeng, um die etwas gelbliche Färbung der Glasur zu verdecken, etwas Smalte beigegeben.

Die Glasuren werden als feinster Glasurschlamm stets sehr dünnflüssig auf die schon gebrannten und durch Malen dekorirten Flächen aufgetragen und dann bei meist niedriger Temperatur aufgebrannt.

Glasuren erhalten leicht Sprünge, um dies zu vermeiden, wird besonders bei Fussbodenplatten das Plattiren der Ziegelwaare in Anwendung gebracht; hierbei behandelt man die Ziegel oder Platten mosaikartig, und werden sie durch Maschinen in einer Form gepresst, die 2—3 Linien tiefe Eindrücke zur Aufnahme der farbigen Verzierung auf den Oberflächen hervorbringt; diese Vertiefungen werden dann mittelst einer besonderen Vorrichtung mit einem in anderer Farbe sich brennenden Thon, der aber sonst ganz ebenso wie der Thon der Platte beschaffen sein muss, ausgefüllt.

Bei der Fabrikation solcher plattirten Ziegelwaare verwendet man in England einen feuchten Thon, während in Deutschland diese Waare aus pulverisirtem, beinahe trockenem Material unter starkem Druck geformt wird; die inkrustirten Farbenornamente werden in England in die Platte vertieft eingepresst und ähnlich wie bei der Email-Technik mit der Farbe des Ornaments ausgestrichen, wogegen in Deutschland zuerst das Ornament im dünnen Lager gefärbten Thones gefertigt und darüber die Grundmasse der Platte gepresst wird; hierauf werden die Platten getrocknet und gebrannt.

Zur Färbung verwendet man:

Zu Dunkelbraun ¾ rothe Thonerde und ¼ Eisenocker, sogen. Wieserz.
Zu Schwarz ⅞ „ „ „ ⅛ Eisenocker.

Digitized by Google

Zu Grün ½ weisse Thonerde und ½ Chromgrün (Chromalaun).
Zu Roth ⅔ „ „ „ ⅓ Caput mortuum (Todtenkopf).
Zu Gelb ⅔ „ „ „ ⅓ Uranoxyd.

Diese Mischungen werden auf einer Glasurmühle ganz fein und zwar staubartig und mit Wasser zerrieben; ist letzteres verdunstet, wird die Masse vor dem Gebrauch fleissig durchknetet.

Als die vorzüglichsten Mosaikplatten zum Bodenbelegen können für Deutschland wohl die aus der Fabrik von Villeroy und Boch in Mettlach zu betrachten sein.

Die Platten dieser Fabrik sind ungemein hart und geben am Stahl Feuer, so dass sie der Abnutzung durch noch so häufige Berührung mit harten Körpern, wie Schuhnägel, nicht im mindesten unterworfen sind; nicht minder trotzen sie jedem Einfluss der Witterung, so dass sie eben so gut im freien, als im bedeckten Raume verwendet werden dürfen; sie zeichnen sich durch die reichste Auswahl der darin ausgeführten Dessins aus und durch die gefällige Zusammenstellung ihrer Farben; sie liefern Fussbodenbelege, die nicht allein dauerhaft und im höchsten Grade elegant und lebendig, sondern auch in betracht ihrer vorzüglichen Eigenschaften vergleichungsweise billig sind.

Seit einer Reihe von Jahren werden diese Mosaikplatten zu Bodenbelegen von Hausgängen, Vorplätzen, Treppenpodesten, Altanen, Speisesälen, Bade- und Waschräumen, Gartenhäusern etc. gebaucht; aber auch für Kirchen und Kapellen, für Museen und Rathhäuser etc. liefert die Mettlacher Fabrik Vorzügliches; nach Wunsch werden auch übergebene Zeichnungen auf's Prompteste ausgeführt, sofern solche sich in die feststehende Form und Masse der Platten einfügen lassen, nämlich in Quadrate von 166 mm. Seite, d. h. 36 Stück auf einen Quadratmeter.

Die Mettlacher Fabrik hat auch den enkaustischen polychromen Fries am Hauptgebäude des Münchener Polytechnikums geliefert und ist derselbe ebenfalls aus quadratischen Plättchen mosaikartig zusammengesetzt.

Sehr berühmt sind auch die enkaustischen Fliesen aus der Fabrik von Stoke-upon-Trente, von Minton, Hollins & Comp. Diese Anstalt fertigt hartes und weiches Porzellan, Parian, enkaustische Ziegel, emaillirte Fliesen (Azulejos), Mosaiken, Töpfereien im Genre von della Robbia, Töpfereien nach Bernhard Palissy und Majoliken, und beschäftigt gegen 1500 Arbeiter; von den durchaus künstlerisch ausgeführten Werken dieser Fabrik sind zu nennen: Mosaik- und Enkaustikpflaster, sowie Mauerdekorationen an den neuen Parlamentshäusern, den New Foreign-Offices zu London, an den Gouvernementshäusern in Indien, Australien und am neuen Kapitol zu Washington, letztere von der ausgesuchtesten und kostbarsten Art; am South Kensington-Museum feine Mosaiken und an der Albert Hall ein in immensen Verhältnissen ausgeführter Mosaikfries. Ausserdem sind die Fabrikate Minton's angewendet an einer grossen Anzahl von Palästen,

Digitized by Google

Villen und Kirchen, vielen Hotels und anderen hervorragenden Gebäuden in allen Weltgegenden; auch die Wiener Synagoge hat Fliesen aus dieser Fabrik.

Um Backsteinen und Dachziegeln eine grau bis schwärzliche Farbe zu geben, wie dies besonders in Holland beliebt ist, setzt man sie folgender Operation aus: man füllt, nachdem die Steine im Ofen die Gare erreicht haben, alle Schürlöcher desselben mit möglichst vielem grünen Laub und Strauchwerk (am beliebtesten frisch geschlagenes Erlenholz), schliesst aber sofort alle Zug- und Schürlöcher.

Durch die Einwirkung der Hitze auf das feuchte Holz und Laub bilden sich eine Masse Gase und ein dichter Qualm erfüllt den ganzen Ofen; diese Gase können jedoch nicht verbrennen, da ihnen die dafür nöthige Luft entzogen ist und üben nun auf das Ziegelgut in der Weise eine Wirkung aus, dass sie auf Kosten des Sauerstoffs, welchen das den Thon enthaltende Eisenoxyd abzugeben vermag, verbrennen und die roth färbenden Eisenoxydverbindungen in schwarz färbende Eisenoxydulverbindungen umwandeln. Da dieser Prozess, durch welchen der Thon die schwarzblaue Farbe annimmt, rückwärts geht, sobald die Entwickelung des aus dem Holze ausgehenden Gases aufhört und die schwarzen Ziegel wieder roth werden, sowie andererseits in den Ofen von aussen Luft eintreten kann, so sucht man nach dem Einbringen des Holzes den Ofen in der Weise abzukühlen, dass das Eindringen frischer Luft von aussen verhindert wird. Man erzielt dies wohl durch ein starkes Befeuchten der Ofengewölbe, so dass von oben in die Oefen Wasser eintropft, und dadurch im Innern der Oefen eine stete Dampfentwickelung erwirkt wird, welche das Eintreten von atmosphärischer Luft verhindert. Eine solche Dampfentwickelung liesse sich jedoch jedenfalls vortheilhafter erzielen durch Einspritzen feiner Wasserstrahlen, wodurch die Gewölbe nicht alterirt würden[1]).

Zum Graudämpfen hat G. Wesch in Nordsiehl bei Stadthagen einen besonderen, sich praktisch bewährt habenden Ofen gebaut, dessen Einrichtung die nachstehende Figur 93 erkennen lässt: a ist der eigentliche Brennraum, b die Einsetzthür, c, c durchbrochene Feuerwände zur gleichmässigen Vertheilung der Brenntemperatur, d d sind Kanäle, die bei jedem Einsatz neu aus Ziegeln gesetzt werden und eine gleichmässig durchbrochene Abdeckung erhalten; nach dem erfolgten Brande werden diese Kanäle durch die Thür f mit Erlenreisig gefüllt; das Füllen der Seitenkanäle e e erfolgt von aussen durch Oeffnungen, die mit Ziegelsteinen geschlossen werden: g bildet einen dicht verschliessbaren Zugang zum Aschenfall. h ist eine Thür, die in den Schornstein einmündet, und durch welche ebenfalls zu verschwälendes Reisig in den Ofen durch Ziehen und Schliessen des Schiebers eingebracht werden kann.

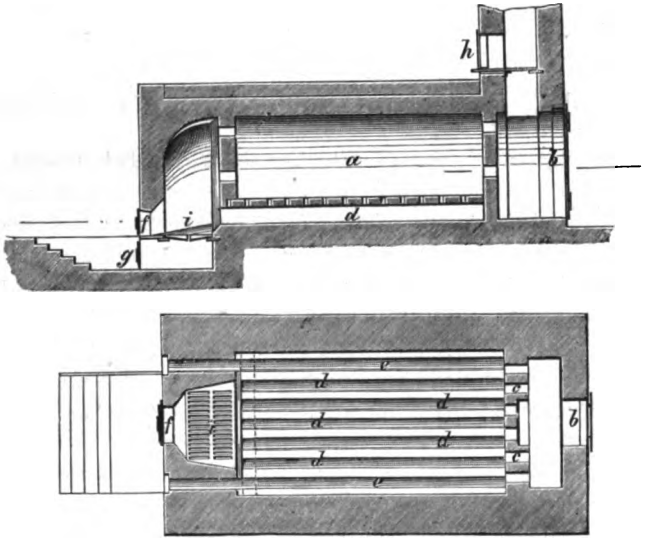
[1]) Dr. Seger, Zieglerzeitung.

Digitized by Google

Das eigentliche Brennen der Ziegel erfolgt in diesem Ofen mit Steinkohlen auf dem Roste i[1]).

In England färbt man Steine in der Weise, dass, sobald dieselben im Ofen eine klinkerartige Versinterung erlitten haben, man in die Schürgassen einige Schaufeln Salz einwirft; bei der vorhandenen grossen Hitze verdampft dieses sofort und überziehen sich die freien Steinflächen mit einer harten aber äusserst dünnen Glasur; zugleich werden frische Kohlen in den Feuerungen aufgeworfen und, ehe diese vollständig durchglühen können, sowohl die Abzüge als die Einschüren fest verschlossen.

Fig. 98.



Der hierdurch in den Oefen erzeugte Qualm hat eine ähnliche, wenn auch nicht so intensive Wirkung, als dies bei der Anwendung von Erlenholz der Fall ist, aber es tritt eine mehrere Millimeter tief gehende Schwärzung des Ziegelgutes durch eine Reduktion des Eisens ein, welche, unterstützt von dem Flussmittel — gegeben durch die im Ofen vorhandenen Salzdämpfe — auf der Oberfläche die Herstellung eines sehr dichten und harten, mattglänzenden Ueberzugs auf der Steinfläche hervorruft, der gegen Verwitterung vollkommen unempfindlich ist.

Die ursprünglichste Methode, schwarz gefärbte Steine zur Dekorirung von Façaden zu erhalten, besteht auch wohl darin, dass man dieselben mit Steinkohlentheer anstreicht oder sie darin kocht, wodurch die Ziegel zugleich gegen das Eindringen des Wassers geschützt sind; es liegt aber in der Natur der Sache, dass solche Steine sehr bald ein unansehnliches

[1]) Mittheilung des Hannoverschen Gewerbevereins 1860 S. 200.

Digitized by Google

Aussehen bekommen, da einerseits sich leicht Staub an sie fest anhängt, andererseits die Farbe durch die Sonne eine Bleichung erfährt, und so erhalten solche Steine eine stumpfe, in's Graue spielende unschöne Färbung.

Um Dachplatten ein besseres Ansehen zu geben, werden solche luftrocken mit einer Farbe, aus ⅔ geschlemmter Thonerde und ⅓ Eisenocker bereitet, bestrichen. Die Mischung wird auf der Glasurmühle mit Wasser zu einer streichbaren Tünche gemahlen und gleichmässig auf den Ziegel aufgetragen. Ausser einem bessern Ansehn nach dem Brande gewinnen die Dachplatten durch diese Behandlung einen sehr grossen Widerstand gegen die Verwitterung.

Von der Festigkeit der gebrannten Steine.

Die Festigkeit der Steine oder ihr Vermögen, den Belastungen, welchen sie auf die eine oder andere Art ausgesetzt sind, grösseren oder geringeren Widerstand zu leisten, unter solchen Umständen nicht zu zerbrechen, nicht zerdrückt zu werden etc., beruht auf dem Zusammenhange und der Anordnung ihrer Theile oder den eigentlichen Kohäsionsverhältnissen.

Nach Rondelet's und Rennie's Versuchen wurden kleine Backsteinwürfel von 5 cm. Seite oder 25 qcm. Grundfläche und 2,12 spec. Gewicht in dem einen Fall durch 2460 Kgr., im andern Fall von 1215 Kgr. zerdrückt[1]), was auf 1 Quadratzoll bayr. im ersten Fall 16,7 Ztr., im zweiten Fall 7,4 Ztr. beträgt.

Der Widerstand der Ziegel gegen Bruch ist nach Barlow auf 1 Quadratzoll engl. 2250 Pfd.[2]) engl. = 24,00 Ztr. auf 1 Quadratzoll bayr., von beiden Zahlen nimmt man jedoch nur den zehnten Theil in Rechnung, so dass eine zehnfache Sicherheit erlangt wird.

Nach Professor Bauschinger ist die Druckfestigkeit von Ziegelwaaren:

	pro qcm. Kgr.
für Klinker Qualität (Wenz in Hochhesselohe)	720
„ gewöhnliche Mauerziegel (Wienerberg)	187
„ Maschinenziegel „	230
„ gewöhnliches Mauerwerk mit Portlandmörtel und 90tägiger Erhärtung	61—95
„ gewöhnliches Mauerwerk mit gewöhnlichem Luftmörtel .	51

Nach Versuchen, die der Direktor und Professor Dr. Bauernfeind über die Festigkeit von Backsteinen, die in Müuchen gefertigt werden, anstellte, geht hervor:

1. Das Zerdrückungsgewicht, welches einen vollkommen eben

---

[1]) Entspricht auf den qcm. reducirt dem Drucke von 98,4 K., bezw. 48,6 K.
[2]) - - - - - - - - - 158,2 -

Digitized by Google

aufliegenden gewöhnlichen, mit der Hand gestrichenen Backstein von 1,65—1,74 spez. Gewicht zerdrückt, beträgt für den Quadratzoll bayr. 16,23 Ztr.[1]), wobei auf die Dauer $^1/_{10}$ also 1,62 Ztr. in Rechnung zu stellen ist.

2. Das Zerdrückungsgewicht für gewöhnliche Maschinensteine von 1,7 spez. Gewicht beträgt für den Quadratzoll bayr. 24,63 Ztr.[2]) und auf die Dauer bei zehnfacher Sicherheit 2,46 Ztr.

3. Das Zerdrückungsgewicht für auf der Maschine nachgepresste Backsteine beträgt für den Quadratzoll bayr. 33,59 Ztr.[3]) und können diese Steine auf die Dauer mit 3,35 Ztr. belastet werden.

4. Bei porösen Ziegeln (Tuffziegeln) war das Zerdrückungsgewicht für den Quadratzoll bayr. 5,37 Ztr.[4]), sie ertragen also auf die Dauer eine Belastung von 0,53 Ztr.

Aus dem Vorhergehenden erhellt, dass die Münchener Maschinenziegel gegen die Handziegel um 50 pCt. grössere rückwirkende Festigkeit besitzen, und dass nachgepresste Ziegel doppelt so viel zu tragen im Stande sind wie sogenannte Handsteine, und kommt die rückwirkende Festigkeit der Maschinenziegel jener gleich, welche Gauthey, Rennie und Poncelet für stark gebrannte Mauersteine gefunden haben.

Gut gebrannte Hohlsteine von 15 cm. Breite und 15 cm. Höhe ohne Stege und 1,5—2,25 cm. dicken Wandungen konnten auf einen Quadratzoll Querschnitt mit 7,50 Ztr., also auf 1 Quadratfuss mit 750 Ztr. belastet werden. 1¼ jähriger Mörtel mit 1,66 spez. Gewicht wurde mit 6,50 Ztr. auf den Quadratzoll bayr. zerdrückt, und geht aus diesen zwei Versuchen hervor, dass die Furcht, das Hauptmauerwerk eines Gebäudes von Hohlsteinen ausgeführt könnte die gehörige Festigkeit nicht besitzen, ungegründet ist, soweit man sich des gewöhnlichen Mörtels bedient.

Beachtenswerth sind die Versuche, die in Berlin über die Tragfähigkeit von ausgeführtem Mauerwerk angestellt wurden; hierbei wurden würfelförmige Körper aus je 6 Ziegeln angefertigt, je zwei in einer Schichte mit wechselnden Fugen; als Mörtel wurde Portlandcement mit 2 Theilen Sandzusatz verwendet und die beiden Druckflächen erhielten einen Mörtelüberzug von demselben Material, wobei ganz genau parallele und glatte Flächen hergestellt wurden. Die Würfel von 27—30 cm. Seite und 27 cm. Höhe wurden nun mittelst einer hydraulischen Presse einem Druck bis zur völligen Zerstörung des innern Zusammenhanges ausgesetzt, wobei der Druck am Federmanometer allerdings nur auf 10 Pfund pro Quadratzoll abgelesen werden konnte. Bei diesen Versuchen stellte sich die grosse Differenz fest, dass Backsteine in Cementmauerwerk bei 14,84 bis 15,85 Pfd. pro Quadratzoll zerstört wurden, während die einzelnen Steine selbst eine

[1]) Entspricht auf den qcm. reducirt dem Drucke von 95,0 K.
[2]) - - - - - - - - - 144,5 -
[3]) - - - - - - - - - 197,1 -
[4]) - - - - - - - - - 81,5 -

Digitized by Google

Tragfähigkeit von 28,65—29,00 Ztr. pro Quadratzoll nachwiesen; in frischem, noch nicht gehörig erhärtetem Mörtel stellte sich die völlige Zerstörung des Mauerwerks bei einem Druck von 8,00—10,00 Ztr. pro Quadratzoll ein. Diese Erscheinungen erklären sich wohl daraus, dass in jedem Mauerwerk, das eine Verbindung von Theilen sehr verschiedener Festigkeiten ist, eine ungleichmässige Druckvertheilung stattfindet.

Mit zehnfacher Sicherheit möchte die Druckfestigkeit beim Mauerwerk von gut bis bestgebrannten Backsteinen in den Grenzen von 1,00 bis 2,00 Ztr. pro Quadratzoll festzusetzen sein.

Ungebrannte künstliche Steine.

Sie werden mit Hülfe der Verbindungsmaterialien hergestellt, entweder mit gewöhnlichem Mörtel, mit Cement, Gyps oder auch wohl mit Hülfe von Kitten. Zu den ersteren gehört der sogenannte Kalkziegel oder Kalksandziegel.

Die Kalkziegelfabrikation zerfällt nach Architekt Kette in Holzminden in drei Operationen:

1. die Massebereitung,
2. das Formen und Trocknen der Steine.
3. das Schnellhärten.

Die Massenbereitung erfolgt am besten in der Weise, dass der Kalk auf die gewöhnliche Art zu Kalkmilch gelöscht wird, und zwar so, dass man aus der Menge des beizugebenden Sandes einen Kreis schichtet und in diesen den Kalk und das nothwendige Wasser bringt, dann den Sand einrührt; oder man sumpft einen grösseren Kalkvorrath ein, von dem man eine entsprechende Menge in einer Kalkbank mit Wasser zu Kalkmilch anrührt und die betreffende Menge Sand unter sorgfältigem Durcharbeiten dazu bringt. Diese Masse bleibt in einem Haufen 8—10 Tage liegen, bis der Kalk, gleichmässig vertheilt und aufgeschlossen, die nöthige Plastizität erhalten hat.

Nach Andern nimmt man 19—20 Kgr. gelöschten Kalk und 100 Kgr. möglichst ganz reinen Sand, welche in einer Mischmaschine, den Thonschneidern ähnlich, auf's Innigste vermengt werden.

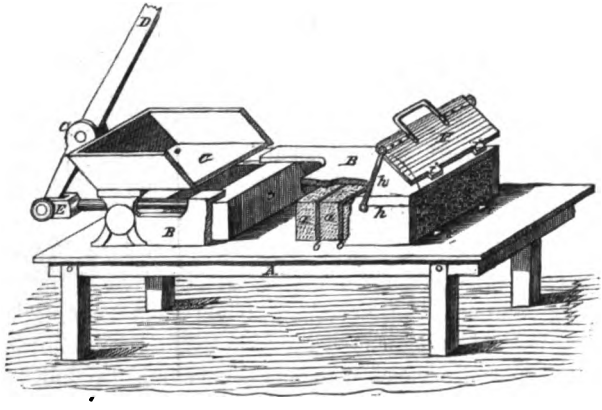
Dann schreitet man zum Formen der Kalkziegel; eine sehr einfache Vorrichtung zum Pressen der Steine giebt Figur 94.

A ist ein starkes Bockgerüst mit kräftiger Platte, auf welcher der Formkasten B unmittelbar befestigt ist; in diesen Formkasten tritt mittelst Hebelbewegung DCE der Pressstempel G; wird nun der Raum vor C von G aus mit Masse gefüllt und der Hebel in Bewegung gesetzt, so dringt die

Digitized by Google

Masse in den Formkasten ein und erhält, da der Formkasten durch eine Schieberplatte F an seinem vorderen Theil geschlossen ist, einen entsprechenden Druck; wird die Schieberplatte F dann beseitigt, so ist ein Herausdrücken der geformten Masse durch den Druckhebel D leicht zu bewirken. Der Formkasten B ist aber so eingerichtet, dass er der Grösse von 3 Steinen entspricht, deren Scheidung durch Eisenblechplatten oder lose Böden erwirkt wird, die in Grösse und Form genau mit dem Querschnitt des Presskastens übereinstimmen. Der Presskasten ist somit während seiner Thätigkeit stets mit Masse gefüllt, die durch dazwischen eingelegte Böden in gleiche Spatien getrennt ist, von denen jedes einen geformten Stein vorstellt (a a); das Einfüllen der Masse, ein erfolgender Druck, das Heben der Schieberplatte, weiteres Drücken und Füllen erwirken sofort das Vortreten der geformten Kalkziegel vor die Mündung des Presskastens, worauf sie zwischen zwei Platten gefasst, nach dem Trockenplatze abgetragen und dort abgesetzt werden. Durch einen solchen Apparat, bei dem der Hebel auch durch ein Schwungrad ersetzt werden kann, ist stündlich die Produktion von 200 Steinen möglich und können durch denselben auch Quartierstücke geformt werden.

Fig. 94.



Das Trocknen geschieht einfach in freier Luft, wobei ein schützendes Dach, wenn auch nicht absolut nothwendig, doch immer wünschenswerth ist; bei trockener Witterung sind die Steine oft schon nach 24 Stunden so erhärtet, dass sie, mit der Hand gefasst, in Haufen aufgesetzt werden können; innerhalb 3—4 Wochen erhalten diese Steine eine solche Festigkeit, dass man sie zum Vermauern verwenden kann.

Um Kalksandziegel schnell und vollständig zu erhärten, wurde wieder-

Digitized by Google

holt der Vorschlag gemacht, die beim Brennprozesse der Kalksteine freiwerdende Kohlensäure zu benutzen. Hierzu wären gut geschlossene Imprägnirräume zu empfehlen, in welchen die frisch geformten Kalksandziegel aufgestellt und der Einwirkung der von der Gluth eines Kalkofens abgesogenen Kohlensäure ausgesetzt würden; die Umbildung des Kalkhydrats in kohlensauren Kalk, die unter gewöhnlichen Verhältnissen eine sehr lange Zeit erfordert, würde durch so massenhaft gewonnene Kohlensäure in kürzester Zeit erfolgen. In ähnlicher Weise liessen sich künstliche Sandsteine mit kalkigem Bindemittel durch Imprägniren mit kohlensäurehaltigen Gasen herstellen; die in dieser Beziehung äusserst einfachen Versuche möchten einen sichern und ohne Zweifel auch einen reichen Erfolg voraussehen lassen.

Damit die Kalkziegel schneller erhärten, taucht man sie wohl nach dem ersten Trocknen in eine schwache Lösung von Wasserglas. Die Lösung wird in dem Verhältniss verdünnt, dass auf tausend Steine etwa ½ Kilogramm konzentrirtes Wasserglas kommt.

Durch solche Behandlung wird die Kalksandmasse sofort, aber mehr noch nach erfolgtem Trocknen, sehr hart und kann in den meisten Fällen schon nach acht Tagen vermauert werden; lässt man die Steine länger in der Lösung liegen, werden sie selbstverständlich an Festigkeit zunehmen. Das Nähere siehe Verbindungsmaterialien.

Das Mischungsverhältniss zwischen Kalk und Sand möchte wesentlich von der Druckkraft abhängig sein, die durch die Steinpresse hervorgebracht werden kann; in den meisten Fällen arbeitet man mit einfachen Pressen, die mit einem Druck auf den Kalksandziegel (von der Grösse der gewöhnlichen Backsteine) von 50—100 Kilogramm arbeiten, und mischt auf 1 Thl. Kalk 6 Thl. Sand; steht dem Fabrikanten jedoch ein höherer Druck zur Verfügung, so kann das Verhältniss beziehungsweise von 1 : 12 gewählt werden.

Der Bau mit Kalksandziegeln unterliegt denselben Regeln, wie der Backsteinbau; ein Annetzen der Steine ist dabei nicht nothwendig, ein gleichmässiger Mörtel ohne grössere Steinbrocken sehr erwünscht; bei Kalksandziegel-Rohbau lassen sich durch Beimischen von Erdfarben zur Masse alle möglichen Nuancirungen im Mauerwerk herstellen, ausserdem stellt sich diese Bauart um 30—50 pCt. billiger als der Backsteinbau und ist daher besonders da, wo das Material zur Ziegelfabrikation fehlt, namentlich bei landwirthschaftlichen Gebäuden vielfach in Anwendung gekommen.

Das Gelingen eines Bauwerks aus Kalksandziegeln ist wesentlich abhängig von der Beschaffenheit des Sandes und des Kalks; ein grober, reiner kieshaltiger und durchaus lehmfreier Sand mit geringen Quantitäten[1])

[1]) Mörtelmischungen für Fabrikation von Kunststeinen. Notizblatt für Ziegler S. 127. 1876.

Digitized by Google

guten unverdorbenen Kalks verspricht bei langsamen Erhärten (Trockenwerden) die besten Resultate. Neben der Frostbeständigkeit der Kalksandziegel wird deren oft ausserordentliche Festigkeit lobend erwähnt, so dass nach mehrjähriger Dauer das betr. Mauerwerk hin und wieder so hart wird, dass es kaum möglich sei, einen Nagel hineinzuschlagen.

Näheres siehe Kalkziegelfabrikation von Dr. Bernhardi; der Kalksand-Pisébau von Fr. Engel; Kalksandbaukunst von Krause.

Ungebrannte künstliche Steine werden ferner durch Mischung von Steinbrocken und Cementen, Beton genannt, hergestellt. Dieser Cement-Beton wird in kastenartige Vorrichtungen eingegossen, ausgebreitet und gestampft, in ähnlicher Weise wie beim Pisé-Bau, so dass das Bauwerk nach dem Erhärten ein Ganzes in innig zusammenhängender Masse darstellt, oder derselbe wird in zerlegbare hölzerne Formen zur Bildung künstlicher Bausteine in grossen oder kleinen Blöcken verwendet.

Eine Menge Häuser in England wurden von solchen künstlichen Steinen erbaut, unter anderen das berühmte College of Surgeons Lincolns-Inn-Fields.

Aber insbesondere wurden diese Art Steine, nachdem die Verwendung derselben mit der Vervollkommnung der Cemente zunahm, zu Wasserbauten in ausgedehnter Weise benutzt. So sind in England zu den Hafenbauten bei Dover und Alderney grosse Steinblöcke, künstlich aus Cement geformt, in Anwendung gekommen. Sie bilden den Kern der Hafendämme, welche von der Wasserseite gegen heftigen Wellenschlag und Gegentreiben von Geröllen, durch Verblendungen von natürlichem Granit noch geschützt werden.

In Frankreich sind zu den Hafenbauten bei Cherbourg namentlich zu den grossen Steindämmen, die als Wellenbrecher dienen, ebenfalls künstliche Steinblöcke verwendet worden, wovon jeder solcher Blöcke nicht weniger als 18 Kubikmeter Inhalt hatte und ca. 52 000 Kilogr. wog. Die Blöcke wurden auf besonders dazu gebauten Fahrzeugen dargestellt, nach dem Erhärten transportirt und an den bezeichneten Stellen als „pierre perdue“ in's Meer versenkt.

In Deutschland sind bisher die künstlichen Steine von Beton im allgemeinen nur zu kleinen Gebäuden, Umwährungsmauern etc. verwendet worden.

In sandigen Gegenden, wo Ziegelthon und geeignete natürliche Steine nicht vorhanden waren, sind in neuester Zeit mehrfach durch eine Hebelpresse geformte Cementmörtelsteine in Ziegelgrösse zu Baulichkeiten in Anwendung gekommen.

In Folge der Vervollkommnung der Cemente und mit der Erfindung des Portlandcements insbesondere, sowie bei der erleichterten Beschaffung guter Cemente von inländischen Fabriken, hat sich im Laufe der Zeit auch ein neuer Industriezweig, Fabrikation künstlicher Steine oder Kunst-

Digitized by Google

steingiesserei entwickelt und ausgebildet, der das Rohmaterial zu den verschiedensten Gegenständen im Bauwesen zu gewerblichen, landwirthschaftlichen und Kunstgegenständen verarbeitet und geeignet ist, in seiner fortschreitenden Entwicklung Vorzügliches in Güte und Dauer zu leisten.

Derartige Fabriken liefern aus künstlicher Steinmasse dargestellt: Dachziegel, Treppenstufen, Podest- und Trottoirplatten, Gesimsstücke, Ableitungsrinnen, Röhren und Kanäle, Wasser- und Oelbehälter, Bottiche zu Färbereien, für Bier- und Branntwein-Brennereien und Zuckerfabriken, Cisternen, Kuh- und Pferdekrippen, Futtertröge; ferner Grabsteine, sowie Säulen mit reichen Kapitälen, Vasen, Basreliefs, Statuen etc.

Während alle diese Gegenstände aus natürlichen Gesteinen sehr kostspielig sind und die Hèrstellung längere Zeit erfordert, können dieselben aus künstlicher Steinmasse bei gleicher Dauer wie der Sandstein, weit billiger und schneller in allen Formen angefertigt werden.

Bei diesen Vorzügen und den ausserordentlichen Eigenschaften, durch welche die Erzeugnisse aus künstlicher Steinmasse sich auszeichnen, hat sich denn auch dieser Industrie in kurzer Zeit eine vorzügliche Beachtung und Theilnahme zugewendet.

In England werden in neuester Zeit sogenannte Viktoriasteine fabrizirt; sie bestehen aus kleinen Granitbruchstücken, die mit hydraulischem Cement gemischt sind; nach dem Erhärten wird die Masse in Wasserglaslösung gelegt. Man vermischt hierbei 4 Theile Granitbruchstücke mit 1 Theil Porlandcement zu einer teigigen Masse, bringt diese in die dazu bestimmten Formen, in welchen man sie 4 Tage lang belässt; zur vollständigen Erhärtung werden dann die geformten Steine einen halben Tag lang in eine Natronwasserglaslösung gebracht.

Dieses Natronwasserglas wird mittelst eines weichen Sandsteins von etwa 25 pCt. Kieselsäuregehalt bereitet, derselbe hat die Eigenschaft in kalter Natronlauge sich leicht zu lösen. Wird nun die Natronlauge mit diesem Sandstein in feingepulvertem Zustand und mit dem zu härtenden künstlichen Stein zusammengebracht, so verbindet sich der im Cement vorhandene Aetzkalk mit der Kieselsäure des Wasserglases, während das freigewordene Natron aus dem Farnhamsteine wieder Kieselsäure löst. Es überträgt also hierbei das Natron die Kieselsäure vom Farnhamsteine zum Kalkgehalte des Cements, während die Lösung stets auf die gleiche Stärke erhalten bleibt, die Kosten aber des Farnhamsteins sehr unbedeutend sind.

Das so entstandene Produkt, Victoriastein oder versteinerter Cement genannt, wird, wie Berichte mittheilen, zu Fliesen, Treppenstufen etc. verwendet; als Pflaster, mit 6 mm. dicker Schicht, widersteht es sowohl der Nässe als auch dem Froste und hat sich vortrefflich bewährt.

Ein 6 mm. dickes und 60 cm. breites Steinstück, auf 40 cm. auseinander liegenden Stützen aufgelegt, trug vor dem Einlegen in's Wasser-

Digitized by Google

glas in der Mitte belastet 350 Kilogr.; nach dem Einlegen 500 Kilogr., 5 Monate später 850 Kilogr., nach 9 Monaten 1200 Kilogr., und betrug die Zerdrückungsfestigkeit bei den vollkommen erhärteten Steinen pro Quadratzoll engl. 3220 Kilogr.

Ransome stellt auf ähnliche Weise Kunststeine her; er mischt gewöhnlichen Sand, Portlandcement und gemahlenen kohlensauern Kalk mit etwas Kieselsäure zusammen, welch' letztere in Aetznatron bei gewöhnlicher Temperatur löslich ist; unter Mitwirkung von Natronwasserglas bildet sich dann eine Masse, die genügend lange plastisch bleibt, um leicht in jede beliebige Form gebracht zu werden, dann aber sich nach und nach ungemein erhärtet. Mittelst dieses Verfahrens stellt Ransome marmorartige Steine, und durch Zusatz von Quarzstückchen und Eisenoxyd auch granitartige her, die sich sehr gut poliren lassen, während sie vor den natürlichen Steinen den Vorzug haben, dass sie leicht in jede beliebige Form zu bringen sind.

A. Hirschberg giebt für die praktische Ausführung der Ransome'schen Kunststeine folgende Mischungen in drei verschiedenen Varietäten an:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.
Cement	12 Thl.	6 Thl.	9 Thl.
Schlämmkreide . . .	6 -	12 -	6 -
Feiner Sand	6 -	6 -	6 -
Kieselguhr	1 -	1 -	1 -

Diese Bestandtheile werden mit Natronwasserglas zu einem dickflüssigen Brei angemacht, wobei die Erhärtung in kurzer Zeit erfolgt; No. 2 zeigte die grösste Härte, No. 3 das gröbste Korn; nach der mehrmonatlichen Einwirkung durch die Witterung hatte die Masse an Härte noch bedeutend zugenommen, während die Oberfläche durch ausgeschiedene Kieselerde eine weissliche Farbe angenommen hatte. Diese Mischungen eignen sich nach dem Urtheil Hirschbergs vorzüglich zur Herstellung von Ornamenten, die der Witterung stark exponirt sind, ausserdem ist die Masse leicht formbar und verhältnissmässig billig, nur bliebe noch zu ermitteln, mit welcher Substanz die Formen zu isoliren sein werden, um die erhärtete Masse leicht loszulassen; auch zum Kitten von Steinen eignen sich die obigen Mischungen, so wurden mit bestem Erfolge zerbrochene Marmor- und auch Alabasterplatten zusammengekittet.

Als ein vorzügliches Material zu Bodenbelegen sind hier auch die Marmormosaik-Bodenbelagplatten aus der Fabrik des Freiherrn v. Löwenstern in Ober-Alm zu nennen.

Dieser Kunststein, täuschend ähnlich der natürlichen Marmorbreccie, wird in vier verschiedenen Farben erzeugt; die Fabrik liefert diese Belagplatten in verschiedenen Grössen und Formen, so dass mit Leichtigkeit musivische Dessins der anmuthigsten Art sich darstellen lassen; sie bestehen aus den Marmorabfällen der in Ober-Alm grossartig betriebenen

Digitized by Google

Fabrik zur Erzeugung aller möglichen Marmorarbeiten grössten und kleinsten Stils, die mit einer Masse aus 1 Theil Portlandcement und 2 Theilen Marmormehl verbunden werden; durch das Marmormehl erhalten diese Platten ihren Grundton. In früher Zeit wurden von dieser Masse grosse Blöcke geformt und in Platten zersägt, neuester Zeit werden die Platten in eiserne Formen gepresst und nach dem Erhärten durch Maschinen geschliffen, auf Verlangen auch polirt. Bei der Grossartigkeit der Ober-Alm'ner Fabrikanlage können solche Bodenplatten in verhältnissmässig kurzer Zeit in grossen Massen hergestellt werden.

In Boston hat sich eine Gesellschaft gebildet zur Herstellung künstlicher Steine mit Hülfe des Magnesiacementes, der durch Anrühren von gebrannter Magnesia in Chlormagnesium erhalten wird; mit Sand gemengt erhält man Mauersteine, mit Feuerstein Wetz- und Oelsteine, mit Kaolin Ornamente aller Art, mit Sägespähnen (?) ein Material zum Belegen von Fussböden, mit kohlensaurem Kalk Nachahmungen von Marmor. Alle Präparate werden in Formen gepresst; die Bostoner Aktiengesellschaft fertigt Smirgelräder, Wetzsteine für Sensen, Oel- und Schleifsteine, gewöhnliche Steine zum Hausbau, Imitationen von Granit, Schiefer, Sandstein, Marmor etc., und lauten alle Berichte über diesen neuen Fabrikationszweig äusserst günstig.

Künstlicher Marmor in der Auvergne. Diese von Besson erdachte Komposition enthält 80 Theile Alabastergyps, 20 Theile kohlensauren Kalk am besten von heller weisser Farbe; beides wird fein pulverisirt (gemahlen und innig mit einander vermengt. In 10 Liter destillirten Wassers löst man 1500 Grammes gereinigtes schwefelsaures Kali auf und mischt dies mit 10 Liter Wasser, in dem 2 Kilogramm Tischlerleim gelöst sind; dieser Mischung fügt man 230 Liter Wasser bei, rührt alles stark um und lässt es dann bis zu dem Augenblicke stehen, wo man Gebrauch davon machen will. Es ist dann die Zeit, die erhaltene Mischung mit einem Liter rektifizirter Schwefelsäure zu versetzen. Ist das geschehen, so nimmt man eine hinreichende Quantität der oben angegebenen Komposition und knetet sie mit der Flüssigkeit so lange, bis man einen festen Teig erhalten hat, den man in Streifen von gewisser Stärke schneidet, und die man fest in eine Form eindrückt. Der Teig bleibt so lange in der Form, bis die Hitze, die in folge der chemischen Verbindung sich entwickelt hat, anfängt nachzulassen, und besitzt dann der fabrizirte Gegenstand Dichtigkeit genug, um aus der Form herausgenommen zu werden. Man bringt ihn auch sogleich in eine bis auf 60 Centigrade erwärmte, hermetiseh verschlossene Trockenstube, in der man eine fortwährende Entwickelung von kohlensaurem Gas unterhält. Zwei Stunden nach dem Einsetzen nimmt man den Gegenstand aus der Trockenstube heraus und giebt ihn zum Poliren. Eine Operation, durch die man schneller das Trocknen bezweckt und den Erzeugnissen eine grössere Härte giebt, die aber nicht

Digitized by Google

durchaus erforderlich ist. Das Poliren geschieht mit Steinen von verschiedenen Härten, indem man mit den weicheren beginnt und so manipulirt wie beim Schleifen des Stuckmarmors. Wenn das Poliren beendet und ein schöner Glanz hervorgebracht ist, so taucht man den Gegenstand in ein Leinölbad von 70 Centigraden Wärme und lässt ihn darin, bis er ganz vom Oel durchdrungen ist. Nach dem Trocknen wird noch ein Ueberzug von Stearin gegeben.

Gypsmarmor, Stuckmarmor. Die Wände, auf die Stuckmarmor gelegt werden soll, müssen, wenn sie massiv sind, einen rauhen Grundputz erhalten, der zur Hälfte aus gewöhnlichem Gyps, zur Hälfte aus scharfem Sand mit schwachem Leimwasser besteht; den Stuckmarmor selbst stellt man auf folgende Weise dar: Man durcharbeitet den rein gesiebten Gyps, mit Leimwasser angemacht mittelst einer flachen Kelle zu einem Teig. Dies geschieht am leichtesten, indem man auf einen Arbeitstisch den Gyps aufhäuft, in der Mitte eine Höhlung macht und hierin das Leimwasser giesst, alsdann mit der Kelle den Gyps ins Leimwasser einrührt und ihn tüchtig durcharbeitet. Zu diesem Gyps bringt man eine mit Wasser gut geriebene Farbe hinzu, die den Grundton des nachzuahmenden Marmors bildet; um dem Stuckmarmor die gehörige Farbennüanzirung zu geben, werden mehrere Abstufungen des Grundtons, heller und dunkler von Gypsmasse, wie eben beschrieben, angefertigt. Aus diesen verschiedenartig nach Abstufungen gemischten Massen macht man von jeder einen besonderen Kloss. Will man dem Grundton helle weisse Fleckchen geben, so bestreut man die Klösse mit Gyps und drückt ihn trocken ein. Ist diese Vorbereitung getroffen, werden die eben erwähnten Klösse zerrissen und in bunter Unordnung neben einander ausgebreitet, die Zwischenräume mit kleinern verschieden gefärbten Gypsteigkugeln ausgestreut; ist dies geschehen, so übergiesst oder bespritzt man die Klösse mit der sogenannten Sauce, welche die Adern bildet und aus Leimwasser, Gyps und Farbe bereitet ist. Sollen mehrfach gefärbte Adern im Stuckmarmor vorkommen, rührt man die entsprechend gefärbten Saucen an und übergiesst die vorbereiteten Gypsmassen auch mit dieser; eine neue Lage von Klössen, Kügelchen und Saucen kommt auf die erste zu liegen und wird dann die Masse zu einem grossen Ballen geformt. Dieser Ballen wird mit einem breiten Messer in Scheiben geschnitten, die Scheiben taucht man, sie mit der Hand fassend, in Wasser ein, legt sie auf den vorher gut genässten Untergrund auf und streicht sie mit der Kelle fest; indem man so mit dem Belegen der Mauer fortfährt, sucht man stets durch Streichen eine möglichst ebene und dichte Fläche zu gewinnen. Sollen die Adern eine bestimmte Richtung erhalten, so zeichnet man sie auf der Mauer vor und lässt hier beim Belegen entsprechende Zwischenräume, die später mit der gefärbten Adermasse ausgedrückt werden.

Beim Anfertigen von künstlichem Granit oder Porphyr werden ver-

Digitized by Google

schieden gefärbte Gypsmassen in Scheiben geschnitten und getrocknet, dann in Stücke geklopft und so mit in die Masse eingesetzt. Auch Alabasterstücke verwendet man wohl in gleicher Weise.

Sobald die belegte Fläche vollkommen erhärtet ist, wird sie mit einem Hobel von den stärksten Unebenheiten befreit und dies geschieht am bequemsten, indem man zuerst einzelne Richtungsstreifen hobelt und nach diesen die einzelnen Flächen abarbeitet.

Hierauf beginnt das Rauhschleifen mit einem fast groben Sandsteine von markigem Korn, und reibt man damit die Oberfläche, welche mittelst eines Schwammes stets nass gehalten wird, vollkommen eben ab. Hierauf lässt man den Marmor einige Tage austrocknen und beginnt dann die weitere Schleifarbeit mit einem Grünstein (Schweizersandstein), indem man die Flächen mit einem Schwamm nässt und die Risse, die der Sandstein gelassen, fortbringt; dann wird die Fläche von allem Schliff gereinigt, sämmtliche Poren und Löcher werden ausgestrichen, unreine Stellen ausgestochen und wieder ergänzt, wozu ein Theil der zurückbehaltenen Grundmasse, zu dünnem Teig angemacht, dient; um auch die geringsten Unebenheiten zu beseitigen, trägt man eine dünne Gypsmasse mit dem Pinsel auf die vorbereitete Stuckmasse auf und spachtelt sie mit einem breiten und dünnen Holzspachtel, am besten aus Weissbuchenholz, ab und wiederholt dies Verfahren wohl zwei bis drei Mal, bis der Zweck vollständig erreicht ist. Ist die Masse vollständig getrocknet, wird mit dem Schleifen unter fortwährendem Annässen und Ueberspachteln fortgefahren, wobei der Schliff selbst stets sorgfältig entfernt wird; dabei wählt man mit dem Fortschreiten des Schleifens stets feinere Schleifsteine, so dass auf den grünen ein schwarzer folgt (eine Art Thonschiefer), dann zwei rothe, ein rother Jaspis und ein Rotheisenstein, sogenannter Blutstein, nach dessen Gebrauch ein vollständiger Spiegelglanz eintritt. Um die Politur noch schöner zu erhalten, tränkt man den Stuckmarmor mit Leinöl, ist dies eingetrocknet, was in einigen Stunden geschieht, so wischt man den Marmor mit leinenen Lappen rein ab und überzieht ihn mit Terpentinöl, in dem etwas weisses Wachs aufgelöst ist; durch Reiben mit weichen wollenen Lappen tritt die Politur in erhöhtem Grade hervor. Sollen Mosaikarbeiten in Stuckmarmor hergestellt werden, so wird der Grund bis zum Poliren des Marmors hergestellt; aus diesem werden die Figuren, die als eingelegte Arbeit erscheinen sollen, ausgeschnitten und mit anderer gefärbter Stuckmasse ausgefüllt; die so verschieden in Zeichnung und Farbe erscheinenden Flächen werden dann gemeinschaftlich fertig polirt.

Beschreibung einiger Stuckmarmorarten:

Hellgrüner Marmor. Der Grundton bergblau und chromgelb, die Adern chromgelb und Wiener Lack.

Dunkelgrüner Marmor. Der Grundton aus grüner Erde, gelbem Ocker, Indigo und Frankfurter Schwarz bestehend, erhält Adern aus Frank-

Digitized by Google

furter Schwarz und Indigo und werden in die Grundmasse Alabasterstücke eingedrückt.

Grüner Porphyr. Die Grundmasse besteht aus dem vorherrschenden Dunkelgrün und werden in sie kleingeschlagene schwarze Gypsbrocken und Alabasterstücke eingedrückt.

Schwarzer Marmor. Der Grundton aus Frankfurter Schwarz und etwas Indigo; die Adern aus gelbem Ocker mit etwas Chromgelb versetzt, die weissen Adern aus Gyps.

Grauer Marmor. Aus Frankfurter Schwarz in verschiedenen Nüancen.

Grauer Granit. Aus Frankfurter Schwarz, die eine Tonart mit etwas Kupferroth versetzt, in die Grundmasse werden Alabasterstücke eingemengt.

Blauer Marmor. Bergblau mit etwas Indigo vermischt, die Goldadern aus reinen Messing- oder Kupferfeilspähnen.

Rother Marmor. Aus Wiener Lack oder englisch Roth in verschiedenen Nüancen.

Brauner Porphyr. Der Grundton aus Kupferroth mit etwas Indigo vermischt und werden in die Grundmasse klein geklopfte und gesiebte Alabasterstückchen eingemengt.

Brauner Granit. Der Grundton besteht aus der Hälfte Kupferroth und englisch Roth; in die Grundmasse werden geklopfte schwarze Gypsstückchen und Glimmer eingemengt.

Gelber Marmor. Die Grundmasse stellt man aus gelbem Ocker her, die Adern aus englisch Roth und Dunkelgrün, oder den Grundton aus gelbem Ocker, die Adern aus Kupferroth.

Gelber Granit. Die Grundmasse besteht aus gelbem Ocker, die Adern matt gehalten, in die Masse werden eingemengt klein geschlagene gesiebte Alabasterstückchen und Glimmer.

Der Preis pro Quadratmeter Stuckmarmor liegt zwischen 18 bis 48 Mark je nach der Farbe und den Einlagen.

Stucko-Lustro. Die Masse besteht aus einer Mischung von gutem fetten Weisskalk und Marmor-, oder Alabaster- oder feinem Gypsstaub in dem Verhältniss wie 1 : 2, sie wird mit irgend einer Farbe, die den Grundton des zu imitirenden Marmors haben soll, gleichmässig gefärbt, und auf einen Unterputz von rauhem Luftmörtel einige Linien stark aufgetragen, geebnet und mit einem Reibbrette, das mit weissem Filz überzogen ist, abgerieben (ebenso wie man den gewöhnlichen Kalkputz anfertigt). Hierauf wird mit einer flachen Polirkelle die Oberfläche des Stuckes glatt gestrichen, was grosse Vorsicht erheischt.

Aderungen und Flecken werden mit dem Pinsel auf den noch nassen Untergrund aufgemalt, die Farben werden mit Kalkwasser und verdünnter Stuckmasse, wozu wohl noch Ochsengalle beigemischt wird, zugerichtet. Werden verschiedene Farben zum Malen verwendet, vermeidet man es,

Digitized by Google

sie doppelt übereinander aufzutragen, so dass sie unmittelbar auf der reinen nassen Wand stehen.

Sind die aufgemalten Farben eingesogen und lassen sie sich mit dem Finger nicht sofort verwischen, so streicht man sie mit der Polirkelle behutsam ein und überzieht dann die ganze Wand mit der weiter unten angegebenen Politur. Nun erfolgt das Streichen mit der Polirkelle in gleichmässigen nebeneinander sich anreihenden Strichen und dies wird so lange fortgesetzt, bis der genügende Politurglanz hervortritt; zu dieser Manipulation ist grosse Uebung erforderlich und je sorgfältiger die Arbeit des Streichens geschieht, desto schöner wird die Politur.

Die Politur zum Stucko-Lustro wird hergestellt: 2 Quart Flusswasser werden zum scharfen Sieden gebracht und dazu 6—8 Loth klein geschnittenes Wachs und 2 Loth gepulvertes weinsteinsaures Ammoniak (Sal tartari) eingemischt; ist beides im siedenden Wasser zergangen, bringt man 6 Loth geschnittene Seife dazu und bildet so eine rahmartige Flüssigkeit.

Ist der Stucko-Lustro stumpf geworden, rührt man 4 Loth Wachs und 1 Loth Sal tartari tüchtig zusammen, indem man ein wenig kochendes Wasser dazu giesst und die ganze Masse so lange schlägt, bis sie schmalzartig wird, überstreicht ihn damit, um ihm durch Reiben mit wollenen Lappen den Politurglanz wieder zu geben; auf dieselbe Weise lassen sich auch Stuckmarmor und selbst wirklicher Marmor behandeln.

Als Surrogat des Marmors benutzt man wohl auch einen durch Alaun erhärteten Gyps, man tränkt den gebrannten Gyps in einer Lösung von 1 Theil Alaun und 12—13 Theilen Wasser, lässt ihn sich erhärten und brennt ihn nach dem Trocknen zum zweiten Mal in einer Hitze, die die Rothgluth erreichen muss; hierauf wird er nach dem Mahlen in gleich starke Alaunlösung gebracht und dann geformt. Der alaunte Gyps widersteht ziemlich kräftigen Hammerschlägen, nimmt eine schöne Politur an und wird allgemein Marmor-Cement, vom Erfinder und Patentbesitzer Keene's Patent-Marmor-Cement genannt; er findet Anwendung im Innern von Gebäuden. Die erste Qualität ist blendend weiss und der höchsten Politur fähig; man gewinnt aus ihr die schönsten künstlichen Marmorarten durch Zusatz von verschiedenen Farbtönen. Bei Politur-Arbeiten an Wänden besteht die erste Lage aus gleichen Theilen Cement zweiter Qualität und Sand; die zweite Lage muss 7,5 mm. dick, von Cement erster Qualität aufgetragen, und dann gleich dem Marmor mit Sand und Wasser abgerieben werden. Der Sand wird darauf abgewaschen, und sobald die Fläche trocken ist, zieht man sie von Neuem mit feinem Cement auf und reibt sie mit einem Reibebrette glatt; hat man eine vollkommene glatte Fläche erreicht und ist dieselbe vollständig getrocknet, so schreitet man zur Politur, die bis zum lebhaftesten Spiegelglanz getrieben werden kann.

Zu Gussarbeiten braucht man dieselben Formen wie zu Gypsarbeiten,

Digitized by Google

indess muss der Cement steif angemacht, mit einem Borstenpinsel in die Form eingerieben und bis zum Erhärten darin gelassen werden; die Formen dürfen dabei nicht mit Oel eingestrichen werden, denn durch blosses Eintauchen in warmes Wasser lösen sich die Formen ab.

Der Marmor-Cement eignet sich übrigens auch zum Verputz auf Latten und zur Herstellung von Fussböden; ähnlich diesem Cement und zur gleichen Anwendung geeigenschaftet ist der Parian-Cement von Vincent Bellmann, im Jahre 1846 patentirt.

Nachdem der Gyps durch Glühen seines Wassers beraubt ist, wird er in eine Lösung von 10 Kilogr. Borax oder auch Borsäure in 6 Gallons Wasser gebracht, gemischt mit einer Lösung von 2,5 Kilogr. Weinstein in 6 Gallons Wasser. Wenn sich der Gyps vollgesogen hat, werden die Gypsstücke noch erst in den Ofen gelegt, der so geheizt is, dass die Rothgluth bei Tage sichtbar ist. Nach 6 Stunden werden sie herausgenommen und gemahlen und gleich dem Keene'schen Marmor-Cement zur Herstellung künstlicher Marmorimitationen verwendet.

Vortreffliche künstliche Steine lassen sich auch darstellen, indem man Magnesia und Chlormagnesium mit Sand oder anderen harten Mineralkörpern versetzt. Mischt man nämlich gebrannte Magnesia mit einer mehr oder weniger konzentrirten Lösung von Chlormagnesium, so entsteht eine Verbindung, die um so härter wird, je dichter die Lösung ist; man wendet daher am besten Chlormagnesium von 20—30 Grad B. an.

Ein solcher Magnesia-Cement ist äusserst hart und besitzt eine schöne weisse Farbe, formt sich wie gebrannter Gyps und nimmt leicht alle Farben an. Alle diese guten Eigenschaften machen ihn zur Herstellung von künstlichen Steinen (Mosaik), künstlichem Elfenbein tauglich und wurden selbst aus Magnesia-Cement Billardkugeln hergestellt.

Eine andere sehr wichtige Anwendung dieses neuen Cements ist die zur Erhärtung der Mauern aus weichem Kalkstein und der von Gypsarbeiten. Hierzu wendet man den Cement in sehr flüssigem Zustande an und trägt ihn mittelst eines Pinsels auf.

Eine künstliche Steinmasse, „Cajalith“ genannt, wird von F. A. Schmidt in Dresden fabrizirt und beruht gleichfalls auf der Erhärtung von Magnesiacement; die Masse wird ein- und mehrfarbig angewendet, matt oder mattglänzend und lassen sich mit Hülfe derselben äussert effektvolle Mosaikarbeiten der verschiedensten Art nachbilden. Die Steinmasse lässt sich leicht formen, die daraus gegossenen Stücke sind der künstlerischen Ueberarbeitung mit Marmorwerkzeugen fähig; an Härte steht Cajalith den meisten festen Steinsorten nicht nach und zeigt sich gleich widerstandsfähig gegen die Nässe sowohl wie gegen den Frost, so dass dieses Material als ein äusserst vielfach verwendbares bezeichnet werden kann.

Rheinische Schwemmsteine werden am besten hergestellt aus 90 Gewichtsthl. Bimssteinsand und 10 Gewichtsthl. Triererkalk; ihre Grösse

Digitized by Google

ist die doppelte der gewöhnlichen Backsteine; sie müssen aber mindestens 6 Monate lang austrocknen, ehe sie zur Herstellung von Mauerwerk verwendet werden können; dergleichen Mauerwerk wird für wetterbeständig gehalten; Schwemmsteine geben unter Umständen ein solides Mauerwerk aber nur von mässiger Tragfähigkeit; der anzuwendende Mörtel hat ebenfalls aus Triererkalk, mit Zusatz von Bimssteinsand statt Quarzsand, zu bestehen. Die rheinischen Schwemmsteine sind äusserst billig, eignen sich jedoch wenig für stark belastete Mauern; dies hat jedoch nicht verhindert, dass dies Material nicht nur am Rhein, sondern auch auswärts zu umfangreichen Bauanlagen und selbst zu Kirchenbauten verwendet worden ist.

Von besonderer Wichtigkeit ist bei Schwemmsteinen eine sorgfältige Fabrikation, eine richtige Wahl der Mischung, ein vollständiges Erhärten an der Luft und die Verwendung eines nach obiger Angabe hergestellten Mörtels; zu Feuerungsanlagen lässt sich jedoch dies Material nicht verwenden.

Künstlicher Sandstein besteht aus einer Mischung von 1—5 Thl. Sand, 1 Thl. Staubkalk, 1 Thl. Cement mit wenigem Wasser angemacht; die sandartige Masse wird schichtenweise in Formen sorgfältig eingestampft, die fertigen Stücke an der Luft getrocknet und dann in verdünntes Wasserglas 2—3 Tage gelegt; die Steine werden nach dem Trocknen äusserst fest.

Zu den künstlichen Steinen gehören auch solche Kompositionen, die aus Steintrümmern und harzigen Bindemitteln zusammengesetzt sind.

Braune Metallava soll aus 3 Thl. Sand, 2 Thl. Kalkstein, 1 Thl. Theer und $^1/_{10}$ Thl. Wachs, das Ganze durch irgend eine Metallfarbe gefärbt, dargestellt werden.

Eine andere Komposition besteht aus 3 Thl. Marmor, 2 Thl. Quarz und 1 Thl. Harz, $^1/_{10}$ Thl. Wachs; man verwendet sie für Ornamente, und nehmen gegossene Platten durch Schleifen und Poliren einen schönen Glanz an.

Künstlicher Stein von Dumesnil wird nach einem Bericht der Förter'schen Bauzeitung in folgender Weise dargestellt: Man nimmt zu diesem Stein 1000 Grammes Gyps, 10 Gr. hydraulischen Kalk, 5 Gr. Thierleim in flüssigem Zustande, 500 Gr. kaltes Wasser. Gyps und hydraulischer Kalk werden mit einander vermischt und in einem Gefäss mit dem Wasser und Leim angerührt. Die Mischung giesst man in Formen, am besten in hölzerne mit beweglichen Wänden, die durch Keile mit einander verbunden und innerhalb mit schwarzer Seife geschmiert sind. Im Verlaufe von 20 bis 25 Minuten ist die Mischung gemacht, das Formen hat stattgefunden, und der Stein wird aus seiner Form herausgenommen. Ist der künstliche Stein etwa 15 Tage in der freien Luft getrocknet, so besitzt er alle Eigenschaften eines guten Hausteins.

Digitized by Google

Während der Zubereitung der Mischung kann auch die Färbung bewirkt werden, indem man gelben oder rothen Ocker oder ein anderes Metalloxyd hinzusetzt.

Auch können beim Formen die Steine durch eine Keil-, Schrauben- oder Kolbenpresse sehr verdichtet werden.

Als **Kuriosum** folgt hier das Recept für einen im Distrikte Columbia patentirten Konkretstein, derselbe besteht aus: Kohlentheer, Pech oder Asphalt 4 Gallonen, Schwefelsäure 1 Pint, Thon 6 Thl., Sand 6 Thl., Kies oder Steinschlag 6 Thl., gebrannter Gyps 5 Thl., Cement 5 Thl., Küchensalz 4 Thl., Alaun 1 Thl., Salmiak 1 Thl.; solche und ähnliche Patente gehören in Amerika keineswegs zu den Seltenheiten.

Als Nebenprodukt beim Hohofen-Betriebe werden häufig Schlackensteine gewonnen, die zu gewissen Konstruktionen sehr passende Verwendung finden. Die ersten Versuche, Schlackensteine anzufertigen, begannen damit, dass man beim Holzkohlen-Hohofen die Schlacke mit einer Kelle aus dem Vorherd schöpfte, sie in Formen presste und in denselben langsam abkühlen liess. Da der Vorherd zur Verhütung von Abkühlung mit Kohlenstaub bedeckt ist, so mischte sich die Schlacke mit einem kleinen Theile desselben, was eine theilweise Entgasung in der Form veranlasste. Bei den Coakshohöfen misslang ein ähnlicher Versuch Schlackensteine zu machen, indem die Steine durch das Entweichen der Gase bei der Vermischung mit Steinkohlenklein zu porös wurden. Auch nach der Substitution von Sand und Coaksstaub blieben die Steine noch so zerbrechlich, dass sie noch im Ofen langsam abgekühlt werden mussten. Dieser Prozess wird zu Königshütte in Schlesien ausgeführt und wird daselbst ein vorzügliches Steinmaterial gewonnen.

Die Schlacke läuft aus dem Hohofen in ein halbrundes Bassin, welches auf Rädern ruht und dessen Boden mit Sand und Coaksstaub bis zu 3 Centimeter Dicke bedeckt ist. Dieses Bassin wird dann schnell nach dem Punkte hingefahren, wo die Steine angefertigt werden sollen. Hier wird die Schlacke mit ihren Zuschlägen durchknetet, bis das Entweichen der Gase nachlässt und die Masse die gehörige Konsistenz hat. Eine Form mit einem an Scharniren befestigten Deckel nimmt dann die hineingedrückte Masse in sich auf und erhält, nach dem vollständigen Entweichen der Gase durch den niedergelassenen Deckel, seine vollständige Pressung.

Die noch warmen Steine werden dann in den Kühlofen gebracht, mit Coaksstaub bedeckt und drei bis vier Tage abgekühlt. Die Schlackensteine sind rauh an ihrer Oberfläche, erfordern aber wegen ihres grossen Formates nicht mehr Mörtel wie gewöhnliche Backsteine, und da sie gar keine Feuchtigkeit in sich aufnehmen, dienen sie vorzüglich zum Fundamentiren.

Am besten ist jene Eisenschlacke zu Bausteinen zu verwenden, die

Digitized by Google

38—44 pCt. Kieselsäure enthält, während Schlacken, die zuviel Kalk enthalten, an der Luft zerfallen.

Eisenhohofenschlacken werden zur Herstellung eines sehr porösen und leichten Baumaterials auch dadurch gewonnen, dass die abgestochene Schlacke zuerst in einen Vorsumpf und aus diesem sodann plötzlich in einen zweiten, theilweise mit Wasser gefüllten Sumpf eingelassen wird. Hierdurch wird die ganze Schlackenmenge in eine zellige bimssteinartige Masse umgewandelt. Die erkaltete Masse lässt sich in ziemlich regelmässige Stücke mit der Säge zerschneiden und liefert dann für Herstellung von leichten Gewölben ein ausgezeichnetes Material, das z. B. in München, von dem k. Hüttenwerke Bergen geliefert, vielfache Verwendung findet, während an Ort und Stelle und in dessen Nähe, besonders an der Rosenheim Salzburgerbahn, diese porösen Schlacken zur Herstellung von Hochbauten der mannigfachsten Art benutzt werden; für zu stark belastete Mauern bleibt deren Verwendung freilich ausgeschlossen, auch verträgt dieses Material, besonders der Fahrkosten wegen, keine Versendung auf grössere Distanzen. Weitere äusserst umfangreiche Verwendung findet die Hohofenschlacke in neuester Zeit zu den sogenannten

Schlackensteinen oder Schlackenziegeln; die Osnabrücker Stein- und Trassfabrik von Lürmann, Meyer und Witting verwendet die Schlacke in granulirtem Zustande und vermischt sie mit gelöschtem Kalk; die Masse wird mittelst, für diesen Zweck patentirten, Dampfpressen in Formen gepresst und nimmt durch das Vorhandensein von aufgeschlossner Kieselerde eine sehr bedeutende Festigkeit an, indem sich neben kohlensaurem Kalk eine grosse Menge von kieselsaurem Kalk bildet.

Durch eine nahezu 20jährige Praxis hat sich das ausgezeichnete Osnabrücker Steinmaterial zu allen möglichen Bauzwecken aufs Beste bewährt, indem umfangreiche und mehrstöckige Gebäude daraus errichtet wurden. Besonders empfehlenswerth sind die Schlacksteine beim Bau von Hospitälern und Schulhäusern, weil sie in bezug auf Hygiene die natürliche Ventilation ganz besonders begünstigen; so ergaben angestellte Versuche über ihre Permeabilität, dass sie weit luftdurchlässiger waren, als das meiste Backsteinmaterial, letzteres sich aber bedeutend schneller mit Wasser durchtränken liess als ersteres.

Aber auch in bezug auf Festigkeit können die Schlackensteine mit gut gebrannten Backsteinen konkurriren; denn dies beweisen die Versuche, welche in der Berl. Versuchsstation angestellt wurden; hiernach zeigten Schlackensteine bei 92,40 k. für den qcm. Risse und wurden erst zerstört durch 110,50 k., während hartgebrannte Ziegelsteine aus den besten Berliner Ziegeleien bei 89,04 k. für den qcm. Risse bekommen und bei 107,28 k. zerstört wurden.

Sehr verwendbar sind die Osnabrücker Schlackensteine auch zur Herstellung von Schmiedeessen, Schornsteinen, Wasserbassins und Kanalbauten,

Digitized by Google

namentlich zu letzteren, weil die Steine vorzügliche hydraulische Eigenschaften besitzen.

In neuester Zeit wurden auch auf dem k. Hüttenwerke in Wasseralfingen Schlackensteine in grössern Massen fabrizirt.

In einzelnen Hüttenwerken leitet man die Eisenschlacken aus dem Hohofen in Gusseisenformen ein und bedient sich dazu wohl einer von Woodword konstruirten Maschine, die im wesentlichen aus einem horizontal liegenden Rade von 6—7,5 m. Durchmesser besteht; das Rad dreht sich an einer vertikal stehenden Welle und nimmt in seinem Rande eine sehr grosse Anzahl von Guss-Formen auf. Ist die in die Formen eingelassene Schlacke erstarrt, werden die noch sehr heissen Steine herausgehoben und in einen Ofen gebracht, wo sie nochmals der Rothgluth ausgesetzt werden, um dann nach und nach (24 Stunden lang) langsam abzukühlen. Solche harten, kompakten, aber auch sehr schönen Steine werden vorherrschend als Pflastersteine verwendet und sollen selbst dem Befahren mit schwerem Fuhrwerke widerstehen; auch für den Fundationsbau leisten sie vorzügliche Dienste[1]).

In England legt man vor den untern Theil des Hohofens an der Stelle der grossen Röhre, welche gewöhnlich zur Aufnahme der Schlacke dient, zwei massive Walzen, welche sich mit verschiedener Geschwindigkeit umdrehen und die halbflüssigen Schlacken so zu sagen auswalzen, so dass dieselben dünne Blätter bilden, die sich so leicht wie Zucker zermahlen lassen. Diese Schlackenblätter brauchen blos mit einer geeigneten Quantität gebrannten Kalks gepulvert zu werden und geben so einen Cement, der äusserst billig ist. 2 Theile dieses Cements und 6 Theile Sand geben dann die besten Schlackensteine.

In andern Eisenhütten verwendet man granulirte Schlacke und mengt diese dem Cemente bei; die auf diese Weise fabrizirten Steine sind hart wie Feuerstein und zeigen eine sehr angenehme Farbe, die der vieler Sandsteine sehr ähnlich ist, und sollen solche Steine der Verwitterung vollständig widerstehen.

---

[1]) Der Maschinenbauer 1877. S. 387.

Digitized by Google

C. Die Hölzer.

Das Holz ist ein äusserst wichtiges Baumaterial, ausgezeichnet durch verschiedene Eigenschaften, besonders durch die bedeutenden Längenabmessungen bei geringem Volumen und Gewicht, durch seine grosse Zähigkeit, dann durch die Leichtigkeit seiner Bearbeitung und seines Transportes, und dient daher den verschiedensten Zwecken. Es spielt im Land-, Wasser- und Maschinenbaue eine grosse Hauptrolle, und wenn es nicht in dem Grade fest ist und der Einwirkung der Witterung in dem Masse widersteht als der Stein, so machen es anderweitige Vorzüge, besonders die Fähigkeit bald aufrecht stehend, bald liegend, bald geneigt verwendet zu werden, höchst brauchbar. Trotz der Eigenschaft, seine Form häufig zu verändern, zu schwinden oder sich zu werfen, vermag es grosse Lasten zu tragen, gestattet Konstruktionen der mannigfaltigsten Art, die vollkommen Sicherheit gewähren. Seine leichte Verbrennlichkeit jedoch macht das Holz für manche Fälle nicht verwendbar.

Geschichtliches.

Das Holz hat nach mehrseitigen Beziehungen eine bedeutungsvolle Rolle in der kulturgeschichtlichen Entwickelung des Menschengeschlechts gespielt; seiner leichten Bearbeitung wegen diente es den zur Kultur erwachenden ersten Erdenbewohnern mit zum Hüttenbau, in späterer Zeit alle Stadien der Tektonik durchlaufend.

Die ältesten Ueberlieferungen von der Existenz des Holzes hat die Natur in unvergänglicher Lapidarschrift aufgezeichnet, denn wir finden in den ältesten Quarzablagerungen grosse Massen von versteinerten Hölzern; sie sind vollständig verkieselt, und haben Hornstein- und Opalmassen nicht allein ihr Gewebe durchdrungen, sondern auch die innern Räume derselben ausgefüllt (Kieselhölzer, Staernhölzer).

Digitized by Google

Anderweitige Ueberlieferungen aus der Schöpfungsperiode unseres Erdkörpers sind in sofern von grossem Interesse, da die vorweltlichen Farren und Monokotyledonen nicht nur in ihrem Stamm und in ihren Arten und Wurzeln uns erhalten sind, sondern wir unterscheiden darin auch den organischen Bau der Rinde, des Holzkörpers mit Markstrahlen und Mark; in gleichem lässt sich aus dem Wesen ihrer Blätter, ihrer Blüthen und Früchte erkennen, dass der Organismus der vorweltlichen Bäume denselben allgemeinen Gesetzen folgte, wie dies noch gegenwärtig bei unseren Baumarten der Fall ist.

So zeigen die zu dünnen Plättchen geschliffenen Kieselhölzer unter dem Mikroskope die innere Struktur so schön, wie sie nur das Holz unserer lebenden Bäume zeigen kann; das Blatt aus dem Muschelkalke zeigt ebenso Spaltöffnungen wie das lebende, und in den versteinerten Kätzchen der Erle findet man den Samenstaub wie in den lebenden.

Mit sorgender Voraussicht hat aber auch die Natur einen unerschöpflichen Vorrath seiner früher so üppigen Vegetation und Holzerzeugung aufgespeichert in der sogenannten Steinkohlenformation und hat dadurch jene mächtigen Hebel geschaffen, die zur Förderung von Industrie und Verkehr so energisch mitgewirkt haben und die natürliche Basis des Wohlstandes ganzer Bezirke, ja ganzer Länder und Völker bilden.

Als geschichtliche Zeugen über die frühzeitige Verwendung des Holzes möchten die in vielen Seen gefundenen Ueberreste von Pfahlbauten gelten; nach den in ihrer Nähe gefundenen und untersuchten Ablagerungen (Kulturschicht) geht hervor, dass die Bewohner dieser Pfahlbauten bereits Ackerbau und Viehzucht trieben, und möchte nach eingehender geschichtlicher Forschung die Existenz der „Pfahlbauern" an unseren Seen nicht älter als 3000 Jahre, aber auch nicht jünger als 1700 Jahre zu setzen sein.

Schriftliche Nachrichten über die Pfahlbauten finden sich in mehreren ältern Schriftstellern; so wird von einer Stadt in Tracien berichtet, dass sie auf hohen Pfählen im Trasischen See gelegen war, nur durch eine schmale Brücke mit dem Festlande in Verbindung stehend[1]).

Die höchste Entwickelung der Pfahlbauten möchte in den grossartigen Städteanlagen unter andern von Venedig, Amsterdam etc. zu erblicken sein; von ersterem wissen wir, dass es unmittelbar nach der Völkerwanderung gegründet wurde, aber durch eine ungemeine Energie frühzeitig zu einer weltbeherrschenden Macht sich aufschwang, während letzteres noch im Anfange des 12. Jahrhunderts ein Fischerdorf war; für das Stadthaus von Amsterdam (von Jacob von Kampen 1648—1655 erbaut) wurden 13 659 Masten in den nahezu unergründlichen Boden eingerammt!

Die ältesten schriftlichen Ueberlieferungen über künstlerisch technische

[1]) Herodot, liber V. Cap. 15 u. 16.

Digitized by Google

Verwendung des Holzes sind der Bibel zu entnehmen; die Stiftshütte und die Bundeslade waren aus Föhrenholz, an letzterer befanden sich 5 Säulen mit Gold überzogen mit goldenem Kapitell und mit in Silber gegossenen Säulenfüssen (Basen).

Unter König Salomon, also 1000 Jahre v. Chr., sandte Hyram, der König von Tyrus, 10 000 Zimmerleute nach Jerusalem, um am Tempelbau mit thätig zu sein; diese Phönizier waren kunstgeübt; die Hauptthore des Tempels wurden aus Oelbaumholz gefertigt und mit reichen Schnitzereien versehen, auch zwei Cherubim, jeder 10 Ellen hoch, mit weit ausgebreiteten Schwingen, hatten dem höher stehenden Künstler Gelegenheit geboten, seine künstlerische Geschicklichkeit an idealen Gestalten zu erproben.

Aus diesen Nachrichten möchte wohl der Schluss abzuleiten sein, dass die damals in Verkehr unter einander stehenden Völker in analoger Weise sich des Holzbaues bedienten, und dass derselbe besonders in holzreichen Gegenden stets der Vorläufer der Steinbauten war; auch Pausanias erwähnt das Vorhandensein von Eichensäulen[1]) im Tempel der Hera zu Elis und führt an, dass eine andere hölzerne Säule[2]) (die des Oinomaos) unter einem Dach von vier Säulen getragen in demselben Tempel aufgestellt war und von den Griechen als kostbare Reliquie hochgehalten wurde. Derselbe Schriftsteller erwähnt auch der vielen Standbilder, die in Reben-, Oelbaum- oder Ebenholz geschnitzt waren, und von denen einige sogar dem Daidalus zugeschrieben wurden.

Für die dauerhaftesten Hölzer hielt man schon im frühesten Alterthum das Eben-, Cypressen- und Cedernholz und wurden diese hauptsächlich zu den Tempelbauten sowohl als auch zu Bildhauerarbeiten verwendet. Plinius (Liber XVI, 79) führt als glänzenden Beweis für alle Arten Holz den Tempel der Diana von Ephesus an, woran ganz Vorder-Asien baute und ihn doch erst in 400 Jahren vollendete und dessen Dach aus Zedernholz bestand. „Ueber das Standbild der Göttin selbst herrsche jedoch verschiedene Meinung, nach vielen sei es aus Ebenholz gefertigt, Mucianus aber giebt an, es sei aus Rebenholz gemacht. Die Thüren des Tempels, aus Cypressenholz gefertigt, sind trotz ihres 400jährigen Alters noch wie neu, haben aber 4 Jahre lang in zähem Leim gelegen. Cypressenholz wählte man dazu, weil dieses vor allem andern am dauerhaftesten seinen Glanz bewahrt.“

„Dauert nicht auf der Burg noch jetzt das Standbild des Vejovis, welches im Jahre 661 der Stadt geweiht wurde. Merkwürdig ist auch ein Tempel des Apollo zu Utika, dessen Balken aus numidischem Cedernholz sich seit der Erbauung dieser Stadt, also 1178 Jahre erhalten haben. Auch zu Saguntum in Hispania ist ein solcher mit einem Standbilde der

[1]) Pausanius, liber V. Cap. 16, 1.
[2]) Pausanius, liber V. Cap. 16, 6.

Digitized by Google

Diana, das mit den Erbauern der Stadt von der Insel Zakynthos kam, und zwar wie Bokchos angiebt, 200 Jahre vor der Zerstörung Trojas."

„Die Lebensdauer der Bäume, behauptet Plinius weiter, darf bei einigen für unberechenbar angenommen werden; als eines der ältesten Bäume erwähnt er des wilden Oelbaumes zu Olympia, von welchem Herkules den ersten Kranz erhielt und der deswegen noch heute verehrt wird; auch wird in der Landschaft Aulokrene eine Plantane gezeigt, an welcher der von Apollo besiegte Marsias aufgehängt war, und die schon damals ihrer Grösse halber dazu ausgesucht wurde."

„Die Bäume, welche man schälen und in ihrer natürlichen Rundung und Glätte bei Tempeln oder sonst verbrauchen will, müssen geschlagen werden, wenn sie anfangen auszuschlagen, weil sonst die Rinde sich nicht löst, Fäulniss unter derselben entsteht und das Holz dunkelt. Das Holz zum Gebälk aber und das, welchem die Axt die Rinde nimmt, wird gefällt, vom kürzesten Tag an bis zu der Zeit der Frühlingswinde, nach neuestem Verfahren zur Zeit der Sonnenwende. Gewöhnlich hält man es für hinreichend, darauf zu sehen, dass kein Baum zu Bauholz umgehauen werde, bevor er Früchte angesetzt hat."

„Am vortheilhaftesten ist es jedoch die Bäume beim Vorübergange des Mondes vor der Sonne zu fällen; manche sagen freilich, es müsse der Mond sich dann nicht mehr im Vorübergange, sondern sich auch unterhalb der Erde befinden, was nur bei Nacht geschehen kann; treffe dabei der Vorübergang auf den letzten Tag des Winterstillstandes der Sonne, so sei das Holz von unermesslicher Dauer."

„Zu Bauholz ist weder das Holz von jungen noch das von alten Bäumen das beste. Manche behauen die Bäume bis auf das Mark und lassen sie dann mit Vortheil noch stehen, damit ihnen in ihrer natürlichen Stellung aller Saft ausfliesse."

„Cato, der erfahrenste Mann in allen Dingen für das tägliche Leben, fügt hinsichtlich des Nutzholzes unter vielen andern an: Hüte dich, das gefällte Holz durch den Thau zu ziehen, oder in demselben zu behauen, ferner: Bauholz rühre nur bei Neumond oder Halbmond an, dann grabe es aus oder haue es ab. In den nächsten sieben Tagen nach dem Vollmonde nimmt man es am besten aus der Erde. Ueberhaupt behaue, fälle und berühre nur trockenes Holz, auch darf es weder frosthart noch bethaut sein."

Vitruv behandelt das Bauholz im II. Buche Kap. IX. und giebt die Schlagzeit vom Anfang des Herbstes bis zur Zeit, wo der Westwind zu wehen beginnt, an.

Als sehr brauchbar zum Bauen nennt er die Steineiche, die Ulme, Pappel, Cypresse und die Tanne.

„Die Tanne enthält viel Luft und Feuer, aber wenig Wasser und Erde, ist dadurch leicht am Gewicht, jedoch straff und biegt sich nicht

Digitized by Google

leicht unter einer Last; ihres vielen Feuers wegen enthält, erzeugt und ernährt sie aber den Holzwurm, auch ist sie sehr entzündbar, weil die darin befindliche dünne Luft leicht Feuer fängt und dann eine sehr starke Flamme giebt."

„Die gemeine Eiche dagegen hat einen Ueberschuss an erdigen Bestandtheilen und enthält nur wenig Wasser, Luft und Feuer. In Werken unter der Erde ist sie von unvergänglicher Dauer und zwar deshalb, weil sie nicht porös ist, daher sie denn ihrer dichten Beschaffenheit wegen keine Feuchtigkeit einzulassen vermag. Ja sie thut sogar der Nässe fliehend Widerstand, denn sie wirft sich und verursacht in den Gebäuden Risse."

„Die Buche, in der zwar Wasser, Feuer und Erde zu gleichen Theilen gemischt sind, die Luft aber die Oberhand hat, verstockt gar bald, da die Feuchtigkeit leicht in ihre offenen Poren einzudringen vermag."

„Der Fichte und Cypresse schreibt Vitruv deshalb einen so grossen Widerstand gegen die Fäulniss zu, weil sich in ihnen eine Feuchtigkeit befindet von scharfem bittern Geschmack, die zugleich verhindert, dass sie von schädlichen Würmern zernagt werden."

„Besonders schätzenswerth aber ist der Lärchenbaum, er ist wegen der heftigen Bitterkeit seines Saftes nicht allein der Fäulniss und den Würmern nicht unterworfen, sondern er fängt auch kein Feuer, noch ist er anders in Glut zu bringen, als wenn er gleich dem Kalksteine im Brennofen vermittelst andern Holzes gebrannt wird; ja selbst dann geräth er nicht in Brand, noch giebt er Kohlen, sondern glimmt nur und verzehrt sich also ganz langsam erst nach langer Zeit; weil dessen Holz aus höchst wenigen Feuer- und Lufttheilen besteht, hingegen Wasser- und Erdtheilchen dicht darin zusammengedrängt sind, so fehlt es an Oeffnungen, wodurch das Feuer eindringen kann, und somit widersteht er dessen Gewalt und lässt sich von demselben nicht beschädigen. Auch trägt der Lärchenbaum wegen seiner Schwere das Wasser nicht, er wird daher blos in Schiffen oder auf Tannenbaumflössen verführt."

In bezug auf den Standort und das Klima hat man schon in frühen Zeiten grosses Gewicht gelegt, Plinius erwähnt: „An den Stämmen selbst ist die Nordseite dem Holze nach immer die stärkere; feuchte schattenreiche Lagen liefern im allgemeinen schlechteres, sonnige dichteres und dauerhafteres Holz. Man giebt daher den Tannen von der Westseite des Appenins den Vorzug vor denen an der Ostseite." Vitruv unterscheidet in gleicher Weise: „Obermeer- und Untermeer-Tanne, welch' letztere aus sonnenreichen Gegenden kommend besser als erstere ist, welche aus schattenreichen Gegenden bezogen wird."

In bezug auf Tragfähigkeit des Holzes, relative und absolute, giebt Plinius vielfache Mittheilung, wie er auch das Verhalten des Holzes in bezug auf das Schwinden und Werfen bespricht; auch der technischen

Digitized by Google

Bearbeitung des Holzes widmet Plinius mehrere Kapitel. (Liber XVI. Kap. 42—43.)

In Deutschland befand sich der Häuserbau bis zu Karl dem Grossen auf sehr primitiver Stufe; den Wohnzwecken genügten Hütten von Holz und Erde, und selbst noch zu Klodwigs Zeiten waren in Paris die meisten Kirchen in Holz gebaut; die Kathedrale von Strassburg, die dieser fränkische König bauen liess, bestand in ihren Umfassungswänden aus sehr grossen, starken Baumstämmen, die mitten durchsägt in die Erde gesenkt wurden, so dass deren rauhe Seite nach Aussen sichtbar ward. Die Zwischenräume waren mit Erde und Mörtel ausgefüllt, das Dach war von Stroh.

Goldmann (1623—1665) erwähnt in seiner Civil-Architektur: „Man sollte im Bauen das Holz sparsam gebrauchen, damit man sich vor Feuersgefahr desto weniger zu besorgen habe: derohalben wir hier nochmals die gemauerten Gewölbe den hölzernen Decken weit vorziehen, besonders bei öffentlichen Gebäuden daran viel gelegen ist. Die Gebälke und Vordächer aus Holze zu machen, sollte vielmehr bei hoher Strafe verboten als zugelassen werden. Desgleichen möchten die grossen hölzernen Tafeln der Grabschriften wohl aus den Kirchen geräumt und verboten werden, denn sie sein gut als dürr Brandholz, aber ein ganz vergänglich Denkzeichen. Die Thurmspitzen aus hohen Holzhaufen zu bereiten ist unrathsam, denn das Holzwerk verfaulet bald vom Wetter und ist ein guter Scheiterhaufen zum Mordbrennen. Es ist auch ein grosser Uebelstand, wann man inwendig in den Zimmern die Balken mit einer aufrecht stehenden Stützen durch Sparren verbindet, dass es das Ansehen eines Dorf-Galgens giebet."

„Das gefällte Holz soll in einem trockenen Orte unter einen Schopfen aufeinander gelegt werden, damit es nicht von der Sonnenhitze, oder von feuchten Winden, oder von Regen verderbet werde. Besonders aber haben diejenigen Hölzer, derogleichen Verwahrung von nöthen, welche nicht gepflanzet werden, sondern von sich selber wachsen. Etliche schreiben, es sei ein gut Mittel, dass das Holz gleich und durchgehends ertrockne, wenn man es mit Kühemist überschmieret. Es soll auch das Holz nicht durch den Reif gezogen werden, daran es Nässe überkommt, und nicht mit dem Zimmerbeil behauen werden, wenn es nass vom Reife oder allzu trocken ist, denn jenes verdirbet bald, und dieses siehet rauh und hässlich aus. Es ist schliesslich anzumerken, dass das Holz unter 3 Jahren nicht recht trocknet, besonders dasjenige, das man zu Balken oder zu Thüren und Fenster gebrauchen will. Das Uebrige wird die Zeit und die Erfahrung wohl lehren!"

Ein Zeitgenosse Goldmann's, der Franzose D'Avillier, erwähnt in seiner Civilbaukunst (übersetzt von Chr. Sturm) der vielen Edikte: „die den Königen Anlass gegeben haben, wegen Erhaltung der Wälder zu promul-

Digitized by Google

giren, dass die Eigenthumsherren nicht möchten nach ihrem Belieben darinnen schalten, und keine Macht hätten, Holz in unnützen Massen oder zur Unzeit auszuhauen."

Organischer Bau des Holzes.

Der innere Bau der Hölzer, seiner Hauptsache nach so ziemlich nach ein und demselben System angeordnet, ist doch in seinen Details so mannigfacher Art, dass eine vergleichende Betrachtung wohl geeignet erscheint, das Interesse aller Gebildeten anzuregen. Man beschränkte sich bisher meistens darauf die Hölzer nach ihren physikalischen Eigenschaften, nach Schwere, Härte, Spaltbarkeit, Biegsamkeit, Festigkeit und Farbe zu beurtheilen, zog auch wohl den Geruch, das Durchscheinen und den Glanz des Holzes mit in Betrachtung, vernachlässigte aber dabei seinen elementaren Bau, der aber immer als die eigentliche Grundlage obiger Eigenschaften betrachtet werden muss.

Die eingehenden Erörterungen über den elementaren Bau der Hölzer verwies man ins Gebiet der Botanik, und die Werke über Holztechnologie befassten sich nicht damit. Professor Nördlinger in Hohenheim hat über diesen Stoff sehr interessante Untersuchungen angestellt und hat durch die Herausgabe seiner Holzquerschnitte, von denen bereits der VIII. Band — zu je 100 Querschnitten — erschienen ist, es ermöglicht, dass selbst der Laie den anatomischen Bau der verschiedensten Holzarten kennen lernen kann. Nördlinger's Holzquerschnitte haben denn auch begonnen, bei allen civilisirten Völkern unseres Erdballes sich Anerkennung zu verschaffen, und in der Nähe von Stuttgart in Bernhausen ist eine Anstalt nur allein damit beschäftigt, solche Holzquerschnitte anzufertigen.

So verschieden auch die Querschnitte unserer holzliefernden Bäume erscheinen, so sind sie doch nach ein und demselben Plane gebaut; ihr Element ist, wie bei allen Pflanzen, die Zelle.

Holzzellen, Holzgewebe und Holzporen.

Die Zelle, so klein, dass sie nur durch starke Vergrösserung im Mikroskop erkannt werden kann, besteht aus der eigentlichen Zellsubstanz, dem Protoplasma, einer bald homogenen, bald feinkörnig erscheinenden Masse von zähflüssiger oder wachsartigweicher Beschaffenheit, die wesentlich Eiweisskörper enthält; in ihr findet man häufig durchsichtige mehr wässerige Theile, die sogenannten Vakuolen. Verdichtet

Digitized by Google

sich die Zellsubstanz an ihren äusseren Schichtflächen, so entsteht die Membran, die dann den Zellkörper umschliesst.

Die Zelle nimmt Stoffe aus ihrer Umgebung vermöge eines selbstständigen Attraktionsvermögens in sich auf (Assimilation), setzt sie in sich um und scheidet andere Stoffe aus (Sekretion). Als Ausscheidungsprodukt der Zellen werden auch die zwischen den Zellen befindlichen Substanzen, die sogenannten Intercellularsubstanzen betrachtet.

Die Zellen besitzen das Vermögen zu wachsen und sich durch sogenannte Theilung zu vermehren oder durch Sprossung eine Reihe von Nachkommen zu erzeugen (Mutter-, Tochter-, Enkelzellen).

Die anfänglich sehr dünne Zellhaut (Zellwand, Zellmembran) besteht aus Cellulose, anorganischen Salzen und Wasser und verstärkt sich durch Einlagerung neuer kleinster Moleküle von Cellulose, durch Intussusception; Holzzellen, mit denen wir es hier in erster Linie zu thun haben, verholzen in ihrer Membrane mit der Zeit und bilden in grösserer Anhäufung Zellgewebe, woraus im wesentlichen jeder Holzkörper besteht.

Solche Zellengewebe aber lassen sich in verschiedene Gewebesysteme zerlegen, und unterscheidet man ein Hauptsystem, ein Strangsystem und ein System des Grundgewebes.

Neben dieser Eintheilung läuft eine andere nebenher, die es mit den zelligen Elementen nicht in bezug auf deren relative Lage, deren Gruppirung zu Organen oder mit deren Entwickelungsweise zu thun hat, sondern mehr den mikroskopischen Charakter der Zellen — die Gewebeformen — betrachtet.

In diesem Sinne versteht man unter einem Theilungsgewebe oder Meristem einen jeden Zellenkomplex, dessen Elemente noch der Vermehrung durch Theilung fähig sind; dabei ist die Gewebeform sehr häufig ein Bestandtheil eines jeden der drei genannten Gewebesysteme.

Eine wichtige Gewebeform ist das Parenchym, das aus einer Gruppe von dünnwandigen polygonalen Zellen besteht, die in drei auf einander senkrechten Richtungen in ähnlicher Weise aneinander gereiht sind, und die ebenso wieder Bestandtheile eines jeden Gewebesystems sein können. Das Prosenchym dagegen besteht aus einem Zellenkomplex, dessen Elemente in einer Richtung bedeutend ausgedehnter, als in den beiden andern, und in dieser Richtung zugespitzt sind. Man unterscheidet auch wohl in neuerer Zeit ein Sclerenchym, Zellen, die sowohl parenchymatisch als auch prosenchymatisch sein können, und für welche eine Verdickung der Zellwandungen und daher eine gewisse Härte charakteristisch ist.

Was nun die drei oben erwähnten Gewebesysteme anbetrifft, so gehören zum Hauptsysteme die den Pflanzenkörper nach Aussen begrenzenden Zellschichten, und zwar die Epidermis in ihren verschiedenen Bildungen, und die darunter liegenden Gewebeschichten, der Kork. Das

Digitized by Google

Strangsystem besteht aus den Fibrovasalsträngen, Gefässbündel, die sehr verschiedene Gewebeformen in sich vereinigen, und bei denen das Phloëm und das Xylem unterschieden wird; diese bilden sich zu beiden Seiten des zwischen ihnen liegenden Meristems durch Neubildung dieses Zellensystems. Das Meristem der Gefässbündel wird Cambium genannt, von diesem wird die Bildung des Holzes vollzogen.

Das Phloëm besteht theilweise aus langgestreckten dünnwandigen und saftreichen Gitterzellen oder Siebröhren, theilweise aus dünnwandigem Parenchym; von stark verdickten Zellen finden sich im Phloëm nur unverholzte Bastzellen.

Das Xylem, vom thätigen Cambium von seiner äusseren Seite begrenzt, besteht aus verholzten und stark verdickten, vorherrschend prosenchymförmigen Zellen oder Gefässen, die ihren Zellinhalt später verlieren, Luft dagegen aufnehmen und so trachealen Charakter annehmen. Bei unsern Holz liefernden Bäumen bildet sich das Xylem in der Richtung nach dem Innern, das Phloëm in der Richtung nach der Peripherie der Axentheile.

Das System des Grundgewebes umfasst den Rest der nicht in den andern Systemen aufgenommenen Gewebeformen; bei den Holz bildenden Bäumen erfüllt es die Zwischenräume der Gefässbündel und ist wie diese von dem Hauptgewebe umschlossen, tritt aber da, wo es zur Bildung eines eigentlichen Holzkörpers kommt, mehr und mehr zurück.

Unsere Holz bildenden Bäume weisen in der Lage ihrer Cambiumschicht eine grosse Gemeinschaftlichkeit nach, und zeigen selbst in ganz jugendlichen Axentheilen sich schon zwischen den koncentrisch angeordneten Gefässbündeln radiale Schichten des Grundgewebes, die Mark und Rinde mit einander verbinden; es sind dies die sogenannten primären Markstrahlen; das fortbildungsfähige Cambium bildet sich dann zu einer kontinuirlichen ringförmigen Schichte aus, die Mark und Rinde von einander trennt, und die in sich die Fähigkeit trägt, sich durch Neubildung fort und fort zu verdicken. Sobald sich ein zusammenhängender Cambiumring gebildet hat, wird von ihm unausgesetzt nach dem Centrum des Axentheils Xylem, nach aussen zu Phloëm gebildet, während er selbst in folge dieses Prozesses fortdauernd sich erweitert; im Verlaufe dieses Bildungsprozesses entstehen auch die secundären Markstrahlen. So besteht das Holz seiner Hauptsache nach aus secundärem Xylemgewebe, und nur im Innern bleibt ein verschwindender Rest von Mark, aus Grundgewebe bestehend, zurück, in welchem noch die primären Xylembündel getrennt eingelagert sind.

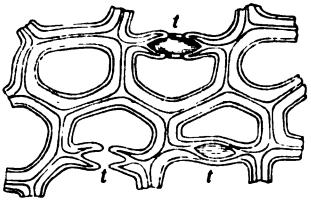
Das Xylemgewebe des Cambiums unserer Bäume besteht wesentlich aus langgestreckten prosenchymatischen Zellen, deren Längerichtung parallel der Axe des betr. Stammtheiles läuft. Dazwischen finden sich bei unsern Coniferen sehr schmale Markstrahlen, während bei den Laubhölzern breitere Strahlen vorkommen, und dadurch dem Holzgewebe verschiedenen Charakter verleihen.

Digitized by Google

Ein Hauptunterschied aber zwischen den Nadel- und Laubhölzern ergiebt sich durch die Verschiedenartigkeit in der Form und dem Vorkommen der Tüpfel.

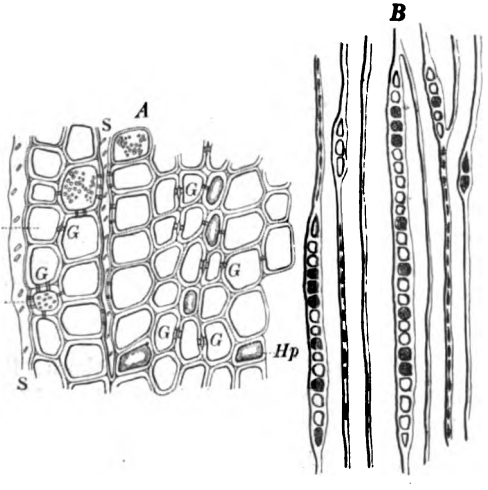
Bei den Tüpfelzellen blieben nur kleine punktförmige Stellen, Tüpfel genannt, von der Verdickung ausgeschlossen; ist die Membran sehr verdickt, so bilden diese Stellen Tüpfelkanäle; die gehöften Tüpfel der Nadelhölzer erscheinen, von der Fläche gesehen, von einem weiten Hofe umgeben. Die Tüpfel stehen nämlich immer genau an derselben Stelle, wo in der Nachbarzelle ein solcher sich befindet; bei den gehöften sind nur die beiden korrespondirenden Tüpfel nicht von der ursprünglichen Membran verschlossen, sondern haben einen offenen linsenförmigen Raum zwischen sich, so dass die Membran hier wirklich durchbrochen ist, und die Zellhöhlen mit einander in Verbindung stehen. Fig. 95 zeigt solche Zellen mit durchschnittenen gehöften, mit t bezeichneten Tüpfeln.

Fig. 95.



Bei den Coniferen nun besitzen nur die prosenchymatischen Holzzellen sehr schöne kreisrund ausgebildete Tüpfel, die sich auf den den Markstrahlen zugekehrten Wandungen befinden und daher im Radialschnitt en face, im Tangentialschnitt im Profil sichtbar sind, wie dies Fig. 96 darstellt, die das Bild eines Quer- und Tangentialschnittes von Fichte (Abies pectinata) darstellt.

Fig. 96.



Mikroskopische Schnitte durch das Holz der Fichte (Abies pectinata). A. Querschnitt 200fache Vergr.; B. Tangentialschnitt 75fache Vergr.; S Markstrahlen; G getüpfelte Holzzellen; Hp Holzparenchyen.

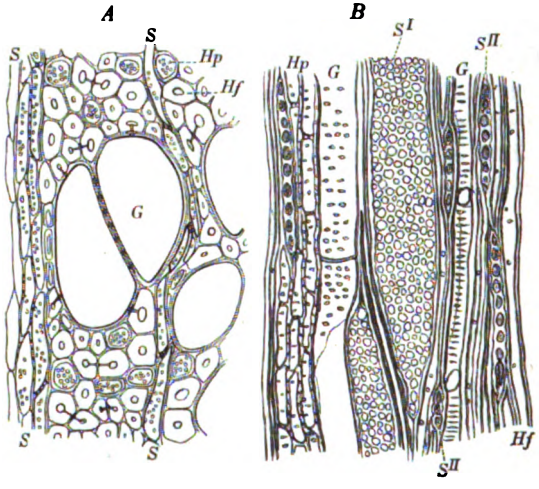
Digitized by Google

Die Tüpfel bei den Laubhölzern sind weit unregelmässiger von Vorkommen, Gestalt und Anordnung; Fig. 97 giebt die Zeichnung der mikroskopischen Schnitte durch das Holz der Buche (Fagus sylvatica).

Alle Zellbildungen, hervorgegangen aus dem protoplasmareichem Cambium, verlieren bald ihren stickstoffhaltigen Inhalt und damit ihre Fähigkeit zu wachsen, sich zu theilen und überhaupt Neubildungen zu vollziehen, und bilden in diesem Zustande das fertige Holz. Von da bilden die Zellen nunmehr ein ausgedehntes capillares Röhrensystem, das die Funktion übernimmt, das Wasser von der Wurzel in die Krone des Baumes hinaufzuleiten.

Die langgestreckten, oben und unten sich spindelförmig schliessenden dickwandigen, aber dennoch hohlen Zellen, sind in ihrem Durchmesser bei den meisten unserer Holzarten so gering, dass ihr Hohlraum auf einem feinen Querschnitt weder mit blossem Auge, noch mit der Lupe erkannt

Fig. 97.



Mikroskopische Schnitte durch das Holz der Rothbuche (Fagus sylvatica) Querschnitt A 300 fache Vergrösserung, Tangentialschnitt B 100 fache Vergrösserung; G getüpfelte Holzgefässe; S Markstrahlen und zwar S^I breitere S^{II} schmälere; Hp Holzparenchym; Hf starke verdickte Holzzellen.

werden kann; am ehesten ist dies der Fall bei Ahorn, Erle, Weide etc. Die Holzzellen bei den Nadelhölzern sind im allgemeinen deutlicher erkennbar, bei einigen werden sie einem scharfen Auge, in den meisten Fällen durch die Lupe, deutlich erkennbar.

Das dem Auge sichtbare Gefüge des Holzes nennt man im gewöhnlichen Leben Holzfaser, und erscheint dieses auf dem Querschnitt bei

Digitized by Google

einigen Holzarten von gleicher Struktur ohne sichtbare Porenöffnungen, während andere Holzarten deutliche Porengruppen in der verschiedensten Weise charakteristisch schon mit blossem Auge wahrnehmen lassen.

Diese Poren entstehen durch ein äusserst energisches Aufsteigen des rohen Nahrungssaftes in dem Baumkörper, sie bilden sich vorherrschend im Frühjahre; sie sind die stärksten Leiter für die Saftbewegung und werden Porenkanäle genannt; in diesen bemerkt man sehr häufig mit Hülfe des Mikroskopes die in ihnen hängengebliebenen Rudera der äusserst zarten Zellenmembranen. Auf der Spaltseite des Holzes erscheinen die Poren als feine Riemen, die oft fingerlang sich aufwärts verfolgen lassen.

Die Struktur des Holzgewebes und der Holzporen hat Prof. Nördlinger dazu veranlasst, die Hölzer nach ihrem anatomischen Bau zu klassifiziren; zur Erläuterung dieser Klassifikation dienen die bereits erwähnten Holzquerschnitte, ohne sie ist es nicht möglich, ein klares Bild von den höchst interessanten Arbeiten Nördlinger's zu geben; hier möge nur noch erwähnt werden, dass sämmtliche Hölzer in drei Hauptgruppen gebracht sind:

I. Nadelhölzer, sie zeigen alle einfaches Gewebe aus gleichartigen und, wo die Holzringe nicht fehlen, gegen den Schluss derselben dichteren Nadelholzzellen, von äusserst feinen Markstrahlen durchzogen.
   A. Porenlose Nadelhölzer mit weitern Unterabtheilungen.
   B. Porenführende Nadelhölzer.

II. Laubhölzer, Gewebe meist engmaschiger wie bei den Nadelhölzern und mit augenfälligen, zahlreichen, zerstreuten, verschieden gruppirten Poren.
   A. Holzringe garnicht oder undeutlich geschieden mit 5 Unterabtheilungen.
   B. Holzringe deutlich geschieden, jedoch ohne Linie oder Binde besonders grober oder zahlreicher Poren am Anfange der Holzringe mit 5 Unterabtheilungen.
   C. Holzringe deutlich geschieden und am Anfange mit einer Linie oder Binde gröberer oder zahlreicher Poren mit 2 Unterabtheilungen.

III. Palmen und Farren. Bei erstern sind die festern Holzfaserpartien gleichmässig in weichere Gewebe zerstreut und fehlen Jahrringe sowohl als wie Markstrahlen; bei letztern sind die festern Holzpartieen eigenthümlich geschwungen, an Wälle und Gräben einer Festung erinnernde Formen bildend[1]).

[1]) Höchst instruktiv ist die systematische Beschreibung der europäischen und ausländischen Holzarten von Forstrath Dr. Nördlinger; je 100 Querschnitte bilden einen Band; acht solcher Bände sind bei J. G. Cotta in Stuttgart bereits erschienen.

Digitized by Google

Um einen allgemeinen Begriff von der Verschiedenartigkeit des anatomischen Baues unserer Holzarten zu geben, sind auf Tafel V und VI mehrere Nördlinger'sche Holzquerschnitte in photolithographischer Darstellung und zwar mit 4 facher Vergrösserung beigegeben. Die porenlosen Nadelhölzer sind auf Taf. V vertreten durch Tanne (Fig. 1) und Eibe (Fig. 2); die porenführenden durch Föhre (Fig. 3), Fichte (Fig. 4) und gemeine Lärche (Fig. 5); trotz 4 facher Vergrösserung erscheinen die Poren sehr klein und kommen in Wirklichkeit der Grösse eines feinen Nadelstiches gleich.

Von den Laubhölzern zeigt Taf. V die Querschnitte der Hainbuche (Fig. 6), der Sommereiche (Fig. 7) und der Flatter-Ulme (Fig. 8), die alle der Unterabtheilung C angehören; bei der Hainbuche sind die Anfangsporen nicht grösser als sonst im Jahrring; bei der Sommereiche sind aber die Anfangsporen gross und zahlreich, durchlöchern das Holz siebartig und nehmen, immer kleiner werdend, schwanzförmig verzweigte Gestalt an.

Bei der Flatter-Ulme beginnt der Jahrring mit einer Binde grosser Poren, die andern kleinern Poren sind ziemlich gleichmässig zerstreut und nehmen wurmförmige Gestalt an.

Auf Tafel VI gehören die dargestellten Holzquerschnitte folgenden Hölzern an:

Fig. 1: Massholder oder Feldahorn; Fig. 2: grossblättriger oder russischer Ahorn; beide gehören der Unterabtheilung B an, denn ihre Holzringe sind deutlich geschieden, weitmaschig und durch den Ring gleichmässig vertheilt; die Markstrahlen sind beim Ahorn äusserst zart, aber sehr eng gestellt; die in Fig. 2 sichtbare starke Markstrahlenbildung ist eine nicht überall vorkommende.

Fig. 3 die gemeine Erle, Fig. 4 die Rothbuche, Fig. 5 die gemeine Birke, Fig. 6 die Zitterpappel oder Aspe, Fig. 7 die Winterlinde gehören ebenfalls der Gruppe B an, jedoch ohne weitmaschiges Gewebe. Fig. 8 endlich ist ein Querschnitt der gemeinen Esche; gehört der Unterabtheilung C an und zeigt am Anfange des Jahrringes grobe, eng gruppirte Porengruppen, die deutlich durch eine Linie geschieden sind, während kleinere Poren spärlicher zerstreut den ganzen Ring durchziehen. Taf. IV giebt mikroskopisch, 200fach vergrössert das Holzgewebe von der Fichte (Fig. 1), der Eibe (Fig. 2) und der porenführenden Föhre (Fig. 3). Ferner giebt Fig. 4 ein mikroskopisches Bild vom Holze der Hainbuche, Fig. 5 von dem der Sommereiche und Fig. 6 von dem der Esche. Dieses Blatt lässt den Unterschied zwischen Nadelholz und Laubholz, in Bezug auf Zellen- und Poren-Bildung aufs deutlichste erkennen.

Digitized by Google

Chemische Zusammensetzung des Holzes und dessen Gehalt an Wasser.

Das fertig gebildete Holz besteht nun seiner Hauptmasse nach aus der Holzfaser, dem Zellstoff oder der Cellulose und dem Lignin.

Die chemische Grundlage des Holzes, die Cellulose ($C_6 H_{10} O_5$), ist zusammengesetzt aus 44,4 Kohlenstoff, 6,2 Wasserstoff und 49,4 Sauerstoff, während das Holz selbst 48—50 pCt. Kohlenstoff und entsprechend weniger Sauerstoff enthält; dieser lässt sich von der Cellulose auf chemischem Wege scheiden und entsteht so das Lignin. Bei den verschiedenen Holzarten treten in den Prozentsätzen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zwar Abweichungen auf, doch sind diese sehr geringer Art.

In bezug auf Fäulniss ist die chemisch reine Holzfaser, da sie von Stickstoff frei ist, der Zerstörung nicht unmittelbar unterworfen; ähnlich verhalten sich die dem Holze weiter angehörenden stickstoffreinen Stoffe als Zucker, Gummi, Stärke, Dextrin, die ebenfalls aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, und die ihrer bestimmten Aequivalente von Wasserstoff und Sauerstoff wegen Kohlenhydrate genannt werden; diese Stoffe lagern sich namentlich in der winterlichen Periode in erheblichen Mengen im Holze ab.

Proteïnstoffe, Pflanzenleim, Eiweiss und Kleber dagegen kennt die Chemie als stickstoffhaltige Verbindungen, die leicht zersetzungsfähig sind und daher zunächst am ehesten die Fäulniss des Holzes verursachen können. Der durchschnittliche Gehalt der Hölzer an Proteïnstoffen kann dadurch ermessen werden, dass man gewöhnlich 0,5 bis 1,5 pCt. Stickstoff in demselben vorfindet.

Eine nicht unbedeutende Rolle in vielen Hölzern spielt der Gerbstoff, der freilich im allgemeinen viel charakteristischer für das Phloëm-, als für das Xylemgewebe ist; sein Vorhandensein erhöht in hervorragender Weise die Dauerhaftigkeit des Holzes, wie dies besonders beim gerbstoffreichen Eichenholz allgemein bekannt ist. Diese konservirende Wirkung erklärt sich dadurch, dass die Gerbstoffe mit den Proteïnkörpern, welche zweifellos als die Träger der meisten Fäulnisserscheinungen anzusehen sind, unlösliche Verbindungen bilden. Konservirend wirken im Holze auch die Harze, welche mit den sie stets begleitenden ätherischen Oelen in ziemlich erheblichen Mengen in unsern gewöhnlichen Nadelhölzern vorkommen. Theils findet man sie, wenn auch nur in geringen Mengen, dem Zellsafte beigemischt, in grösserm Massstabe aber erfüllen sie die zu Harzgängen erweiterten Intercellularräume. Hierdurch wird beim harzreichen Holz die Kapillaranziehung zum Wasser sehr beeinträchtigt und der Wassereintritt in dasselbe erschwert.

Digitized by Google

In vielen Holzarten treten — hin und wieder äusserst vorherrschend — verschiedene Farbstoffe auf und daneben eine unendlich grosse Reihe anderer Stoffe, hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehend, zu denen bei einigen sich noch der Sauerstoff gesellt, und mit denen sich speziell die organische Chemie befasst. Ihre Zahl ist noch lange nicht abgeschlossen, und unsere Chemiker feiern den Triumph, die wichtigsten chemischen Stoffe, wenn sie auch noch so versteckt in den Pflanzen liegen, an's Tageslicht zu ziehen und Herr über sie zu werden! Zu diesen Stoffen gehört beispielsweise die Angelika- und Valeriansäure, die Aepfel- und Weinsäure, der Anthyl- und Phenylalkohol, und welchen Reichthum eigenthümlicher Verbindungen birgt der Holz- und Steinkohlentheer in sich, wie z. B. Benzol, Kreosot, Eupion, Methol, Pyren, Paraphym, Naphthalin, Anilin etc.

Zu dem Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, aus denen die organischen Pflanzenstoffe bestehen, gesellt sich auch Schwefel; andererseits ist für die Entwickelung sehr vieler Pflanzen das Vorhandensein mehrerer anorganischer Stoffe Lebensbedingung.

Diese anorganischen Stoffe, welche in der Form von Asche zurückbleiben, wenn die organischen Bestandtheile durch Hitze unter Zutritt des Sauerstoffs in gasförmige Produkte übergeführt und zerstört werden, bestehen theils aus Metalloxyden, theils sind es Verbindungen derselben mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor- und Kieselsäure, so wie hin und wieder Verbindungen der Metalle mit Chlor, Brom, Jod und Fluor. In der lufttrocknen Holzsubstanz unserer gewöhnlichen Waldbäume wird der Aschenbestandtheil durchschnittlich auf 0,2 bis 2,0 pCt. geschätzt.

Von Metallen kommen in den Aschen der Pflanzen vor: Kalium, Natrium, Kalcium, Magnesium, Eisen und Mangan, ferner Aluminium und Lithium.

Alle Stoffe, welche zum Gedeihen unserer Bäume beitragen und von denselben aufgenommen werden, nennt man Nahrungsstoffe, und können diese entweder in Gasform oder in Form einer wässerigen Lösung in den Baumstamm gelangen; diese Ernährung geht in zweierlei Weise von statten: die Blätter oder blattförmigen Organe nehmen Kohlensäure, Sauerstoff und Wasserstoff aus der Luft in sich auf, alle andern Stoffe gelangen aber gelöst als Bodenbestandtheile durch die Wurzeln in den Stamm.

Die aufgenommenen Stoffe erleiden dann in Berührung mit den sich bereits abgelagert habenden Bestandtheilen im Stamme des Baumes nicht nur selbst Veränderungen, sondern sie wirken in der verschiedensten Weise umgestaltend auf dieselben ein, so dass durch steten Wechselaustausch und durch vielfache Spaltung endlich Substanzen erzeugt werden, die zur Vergrösserung und zur Verdichtung des Holzkörpers dienen.

Der bekannte Prozess, der bei der Bildung organischer Substanzen sich geltend macht, ist der, dass unter Mitwirkung des Sonnenlichts aus

Digitized by Google

der Kohlensäure und dem Wasser, welche von den Pflanzen aufgenommen wurden, Sauerstoff ausgeschieden wird; ohne Mitwirkung des Sonnenlichts, also bei der Nacht, hört diese Ausscheidung auf, und hauchen dann die Pflanzen Kohlensäure aus, die mit Wasser in reichlichen Massen den Wurzeln aus dem Boden zugeführt wird und mit dem Wasser zugleich an den Blättern abdunstet. Auch nur unter der Mitwirkung des Sonnenlichts bildet sich das Chlorofil, jene Substanz, welche die grüne Farbe der Blattorgane erzeugt, wie wiederum der Blattapparat als ein wesentlicher Bestandtheil zur Holzfaserbildung zu betrachten ist.

In jedem Baume wird demgemäss stets ein grosser Vorrath von flüssigem Nahrungssaft, theils roh theils in Umbildung begriffen, vorhanden sein; die Saftfülle unserer Bäume aber ist eine sehr variable.

Verschiedene Hölzer haben nach Karmarsch einen sehr verschiedenen Saftgehalt, so hat die Weissbuche 20 pCt., die Birke 30 pCt., die Eiche 35 pCt., die Tanne 37 pCt., die Buche und Föhre 39 pCt., die Erle 41 pCt., die Fichte 45 pCt., die Linde 47 pCt., die Pappel 50 pCt. und die meisten Weidenarten sogar 60 pCt.

Aber nicht alle Theile eines Baumes sind gleich safterfüllt, so enthält das Splintholz ungleich mehr Saft, als wie das Kernholz; und das Holz eines Baumstammes, das der Wurzel zunächst liegt, ist weniger saftreich als dasjenige, welches sich dem Wipfel nähert, so dass der Saftgehalt vom Mittelpunkte des Stammes gegen die Rinde hin und andererseits von unten nach oben zunimmt, wobei jedoch durch üppige Astbildungen hier oder dort Schwankungen entstehen können.

Andere Schwankungen im Saftgehalte der Bäume sind wahrnehmbar in den verschiedenen Jahreszeiten; dass aber unsere Bäume, so lange sie sich in der Winterruhe befinden — wie man zu sagen pflegt — „ausser Saft“ sind, ist keineswegs richtig, denn genaue Untersuchungen haben erwiesen, dass gerade unsere Bäume in den Monaten Dezember, Januar und Februar den höchsten Feuchtigkeitsgehalt besitzen. Nach Hartig's Versuchen mit 16jährigen Vergleichshölzern haben harte Hölzer, wie die Ahornarten, die Birke, die Eiche, die Hainbuche, die Rothbuche, die Stieleiche, die Ulmen an Wassergehalt, durchschnittlich nachgewiesen, in den Monaten:

Dezember und Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
41 pCt.	38 pCt.	36 pCt.	36 pCt.	39 pCt.	35 pCt.

Juli	September	November
39 pCt.	38 pCt.	34 pCt.,

bei weichen Hölzern, als Erle, Espe, Linde, Rosskastanie, Weide und Pappel, in den Monaten:

Digitized by Google

Dezember und Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
53 pCt.	53 pCt.	48 pCt.	47 pCt.	47 pCt.	47 pCt.

Juli	September	November
50 pCt.	47 pCt.	45 pCt.,

bei den Nadelhölzern, Fichte, Lärche, Kiefer (Tanne abnorm), in den Monaten:

Dezember und Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
60 pCt.	58 pCt.	59 pCt.	54 pCt.	60 pCt.	61 pCt.

Juli	September	November
60 pCt.	58 pCt.	58 pCt.

Zieht man aus diesen Resultaten eine Hauptdurchnittszahl, so ergiebt sich für den Feuchtigkeitsgehalt unserer Bäume in den Monaten:

Dezember und Januar	Februar	März	April	Mai
51,3 pCt.	49,6 pCt.	47,6 pCt.	46,3 pCt.	48,6 pCt.

Juni	Juli	September	November
47,6 pCt.	49,6 pCt.	47,6 pCt.	44,3 pCt.

Alle diese Zahlen erscheinen sehr hoch, da zu den Versuchen sehr junge Baumstämme (16jährige) gewählt wurden, alte Stämme hätten weniger hohe Zahlen ergeben; übrigens ist es selbstverständlich, dass auch bei ein und derselben Holzart bedeutende Schwankungen hinsichtlich ihres Saftgehaltes vorkommen können, und haben diese ihren Hauptgrund in der Beschaffenheit des Standortes, des trocknen oder nassen Grund und Bodens.

Aus den gefundenen Durchschnittszahlen lässt sich nun ableiten: unsere holzliefernden Bäume haben im allgemeinen in den Monaten Dezember; Januar und Februar den grössten Flüssigkeitsgehalt (nach den vorstehenden Versuchen im Mittel 50,7 pCt.). Die Monate März und April geben als Durchschnittszahl 46,9 pCt. und stehen mithin den vorhergehenden Monaten an der Menge des Saftgehaltes nach. In Wirklichkeit aber scheinen gerade unsere Bäume in dieser Zeit sehr saftreich, indem sie „bluten". Die Monate des Triebes Mai und Juni mit der Durchschnittszahl 48,1 pCt. weisen eine Saftzunahme nach, die sich im Monate Juli während der Jahresringbildung noch steigert (bis zur Durchschnittszahl 49,7 pCt.). Mit der Vollendung der Jahresringbildung im September nimmt der Saftgehalt wieder ab.

Mit dem Saftgehalte der drei Monate Juli, August und September scheint die Bildung der Jahrringe insofern im Verhältniss zu stehen, dass der grössere Saftgehalt das poröse Frühlingsholz, der geringere Saftgehalt das kompaktere Herbstholz erzeugt.

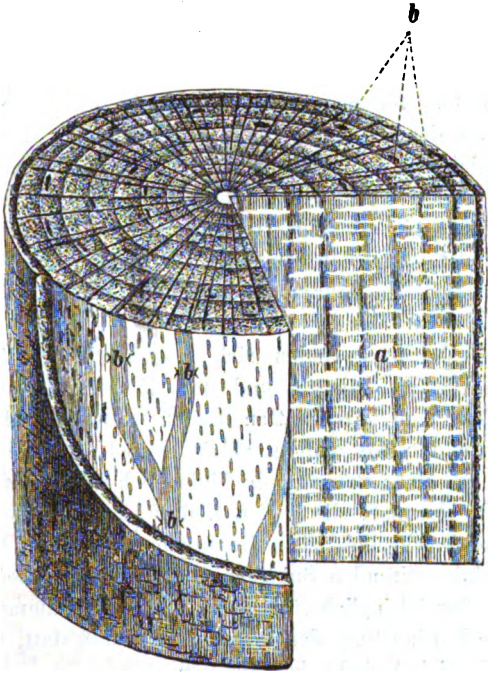
Digitized by Google

Aus dem erhöhten Saftgehalte der Bäume in den Monaten Dezember, Januar und Februar geht hervor, dass in dieser Zeit Nahrungsstoffe in verdichtetem Zustande sich in den Gefässen des Holzes abgelagert haben, die dann im Frühjahre zur Knospen- und Blattbildung dienen.

Markstrahlen, Jahrringe.

Die Art und Weise nun, wie sich der feste Holzkörper eines Baumstammes bildet, erkennt man an einem genommenen Querschnitt; in der Mitte des Baumstammes steht das Mark, das bei ältern Bäumen oft vollständig verschwindet; von diesem oder in einiger Entfernung von demselben laufen strahlenförmig nach allen Seiten der Peripherie — häufig bis in die Rinde sich fortsetzend — die sogenannten Markstrahlen.

Fig. 98.



Querschnitt durch einen Baumstamm mit seiner Spiegelfläche a, seinen Markstrahlen und Markflecken b. (Nach Nördlinger.)

Digitized by Google

Diese strahlenförmig erscheinenden dünnen Markfortsätze werden unterschieden in grosse oder Hauptmarkstrahlen und in kleine oder Nebenmarkstrahlen, je nachdem dieselben vom Mark bis in die Rinde hin sich erstrecken, oder nur theilweise den Stamm durchziehen. Vergleiche Fig. 98.

Die Markstrahlen stellen sich auf dem Querschnitte, der sogenannten Hirnseite des Holzes, als grobe oder feine schwachglänzende Linien dar; nach den Radien des Stammes gespaltenes Holz zeigt dagegen die Markstrahlen auf ihrer platten Seite als mehr oder weniger breite Streifen, die sich vom Mittelpunkte zur Rinde ziehen und sich durch Glanz und Färbung häufig auffallend von der umgebenden Holzmasse unterscheiden. Die Holzarbeiter nennen deshalb das den Markstrahlen nach gespaltene, durch seine Markstrahlen glänzende (spiegelnde) Holz Spiegelholz und die Markstrahlen selbst Spiegel und die Fläche, in der sie verlaufen, Spiegelfläche (bei a Fig. 98). Die Höhe und Breite der Markstrahlen ist sehr verschieden, bei einigen Holzarten sehr deutlich bis zu 30 cm. hoch, bei andern kaum sichtbar bis zu 2 mm. hoch, bei einigen 1 mm. breit, bei andern nur 0,15 mm.

Das Holzgewebe, welches zwischen den Markstrahlen sich befindet, lagert sich in kreisförmigen Jahrringen um das Mark oder den Mittelpunkt des Stammes ab, indem auf die ältesten Schichten gegen aussen die nächst jüngeren folgen und so fort bis zur Rinde, unter welcher die jüngsten Holzgewebe liegen und sich hier in der sogenannten Kambiumschicht (Bast) stets von neuem bilden, so dass die Zunahme jedes Baumstammes zwischen der Rinde und dem jüngsten Holze stattfindet.

Es legen sich somit alle Jahre um den Stamm neue Schichten an, und werden so viele konzentrische Ringe erzeugt als der Baum Jahre zählt; da aber auch ein allmäliges Wachsen des Baumstammes in die Höhe statt hat, so bildet jeder Holzring einen gestreckten Kegel, welcher stets von denen der folgenden Jahre vollkommen überdeckt und eingeschlossen wird.

Bei einigen Holzarten finden sich charakteristisch längliche Markflecken (bei b Fig. 98), die da und dort in den Jahrringen nahezu im Kreisbogen stehen und ihre platten Seiten stets dem Kerne oder der Rinde zukehren und nichts anderes als Markwiederholungen sind.

Die Rinde um einen Baumstamm bildet sich durch starke Verdunstung der Oberhaut (Epidermis), die vielen Zellsaft zur beschleunigten Ablagerung bringt und nach und nach die sogenannte echte Kutikula bildet, die durch ihre inkrustirenden Substanzen und ihre wachsende Dicke mehr oder weniger undurchdringlich für Flüssigkeiten wird; immerhin aber findet durch die Rinde Verdunstung des innern Saftstromes statt, vermittelt durch die in der Rinde sich befindenden Spaltöffnungen.

Die Bewegung des Saftstromes wird in dem Baumkörper durch Diffusion geregelt; der Baumkörper ist mit einer nicht mehr weiter bildungs-

Digitized by Google

fähigen Oberhaut bekleidet, mit Ausnahme seiner vielfach verzweigten Astspitzen und seiner Unmasse saftreicher Blätter; diese nun besitzen keine Epidermis im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern nur ein aus fortbildungsfähigen Zellen bestehendes Epithelium, so dass hauptsächlich an den Baumkronen eine Verdunstung in sehr erhöhtem Grade sich geltend machen muss. Diese energische Verdunstung wird nun eine lebhafte Saftströmung durch die Baumaxe in der Richtung von der Wurzel nach dem Wipfel erzeugen, der aus dem Boden aufgenommene rohe Nahrungssaft gestaltet sich hauptsächlich durch den Blattapparat um und lagert sich, theils neue Holzzellen bildend, theils unreife Zellen zu reifem Holze umgestaltend, auf seiner rückgängigen Bewegung als Bildungssaft in dem Baumstamme ab.

Diese starke Diffusionsbewegung erklärt nun nicht allein die langgestreckte Form der Prosenchymzellen sondern auch die langgestreckte Form der einzelnen aus diesen Zellen zusammengesetzten Zellenbündel, und da eine andere Diffusionsbewegung schwächerer Art einen seitlichen Austausch gegen die Spaltöffnungen der Rinde bewirkt, so wird die Verbindung dieser beiden Strömungen eine Schraubenbewegung zur Folge haben, die sich auch in den schraubenförmig gewundenen langgestreckten Holzzellen kenntlich macht.

Gefüge des Holzes.

Die Jahrringe[1]), welche man auf den Querschnitten aller unserer Hölzer deutlich unterscheidet, bezeichnen den jährlichen Zuwachs des Holzes, welcher, wie sich bei näherer Prüfung und am deutlichsten bei den Nadelhölzern ergiebt, durchaus nicht gleichartig ist.

Jeder Jahrring fängt bei diesen Holzarten mit einer helleren Schichte an und endet mit einer allmälig immer dunkler und härter werdenden. Es stösst also die härteste Schicht des einen Jahrringes stets an die weichste des nächst jüngern an, und diese Berührungsfläche zweier Jahrringe nennt man Jahresgrenze. Bald nach dem Ausbruch des Laubes entsteht bei den meisten unserer holzliefernden Bäume in kurzer Zeit ein grosser Theil des Jahrringes; seine Bildung fängt also Anfangs Mai an und schliesst gegen Ende August ab. Das Frühjahrsholz zeichnet sich bei den Nadelhölzern durch weite, sehr dünnwandige Zellen aus, bei den Laubhölzern durch den Reichthum an Gefässen, die auf dem Querschnitt als feine Poren erscheinen. Grosse Gefässe befinden sich stets nur im Frühjahrsholze, mit Ausnahme des Nussbaumes, wo sie im ganzen Jahrring vorkommen. Die mittleren und kleineren Gefässe sind im Frühjahrs-

[1]) Eine sehr ausführliche Abhandlung über den Holzring giebt eine dendrologische Skizze von Forstrath Dr. Nördlinger (1872).

Digitized by Google

holze nicht wesentlich anders vertheilt, als im Herbstholze. Zuweilen beginnt aber doch der neue Jahrring mit einer einfachen dichten Reihe oder mit einer Lage dicht zusammenstehender Gefässe, oder die Zahl der Gefässe nimmt gegen das Herbstholz hin sehr allmälig ab. Beim Kiefernholz tritt der Unterschied zwischen Frühjahrsholz und Herbstholz besonders deutlich hervor, bei den Laubhölzern weniger deutlich und bei der Buche ist nur die äusserste Herbstgrenze als ein schmaler, etwas dunkel gefärbter Ring zu unterscheiden, in welchem die Gefässe fast ganz fehlen.

Aeussere Verhältnisse bedingen ein mehr oder weniger üppiges Wachsthum des Holzes, die Jahrringe werden deshalb bald breiter bald schmäler sein, und bei dem besprochenen Unterschied zwischen Frühjahrsholz und Herbstholz ist daher die Güte des Holzes in gewissem Grade vom Wachsthum abhängig. Das Holz mit breiten Jahrringen nennt man grobjährig, das mit schmalen Jahrringen feinjährig. An einem und demselben Stamme unterliegt die Breite der Jahrringe vielfachen Schwankungen. Einflüsse des Klimas, Entlaubung des Baumes in folge von Raupenfrass u. dergl. stören diese Verhältnisse sehr oft und geben Veranlassung zur Bildung sehr schmaler Jahrringe. Im vollkommen geschlossenen oder in ganz freiem Stande entwickeln sich die Jahreslagen um den ganzen Stamm herum durchaus gleichmässig; steht der Baum dagegen am Rande des Waldes, wo ihm einige kräftige Wurzeln aus dem angrenzenden fruchtbaren Boden eine grössere Menge von Nahrung zuführen, und wo er nach der einen Seite hin eine Anzahl von Aesten ungehindert entfalten konnte, so entwickeln sich die Jahrringe nach der freien und fruchtbaren Seite hin bedeutend stärker. Aehnliches findet man, wenn zwei Bäume nahe neben einander stehen oder wenn ein Baum durch eine Wand oder dergleichen verhindert wird, sich gleichmässig zu entwickeln. Im allgemeinen entwickeln sich die Jahreslagen an der nach Süden gerichteten Seite des Baumes stärker als an der entgegengesetzten.

Bäume verschiedener Art bieten meist ein auffallend verschiedenes Ansehen der Ringe dar. An den dichten und harten, in den heissen Erdgegenden wachsenden Hölzern sind die Jahrringe wenig und oft gar nicht zu unterscheiden.

Bei sehr vielen Holzarten ist das zunächst unter der Rinde liegende Holz von auffallend hellerer Färbung als das gegen die Mitte des Baumes zu, und zwar ist eine scharfe Grenze zwischen beiden Farbtönen vorhanden. Das dunkle innere, also ältere Holz nennt man Kernholz, das hellere junge Splintholz, und beide unterscheiden sich wesentlich dadurch, dass das erstere gewissen chemischen Einwirkungen gegenüber sich bedeutend widerstandsfähiger verhält. Die Kernholzfärbung schliesst keineswegs immer oder auch nur in der Regel mit einem Jahrringe ab, sie ist auf der einen Seite des Baumes oft weiter vorgeschritten als auf der andern, und auf dem Querschnitt des Birnbaums bildet sie einen höchst unregelmässigen

Digitized by Google

zackigen Stern; beim Ahorn, bei der Birke und Hainbuche fehlt sie ganz; bei manchen Bäumen tritt die Färbung des Kernes als Zersetzungserscheinung auf, wobei jedoch eine Erweichung des sonst so harten Kernholzes zu bemerken ist.

Das Holz verdankt seine Eigenschaften, die es in der Technik verwendbar machen, zum grössten Theil seinem eigenthümlichen Gefüge, mit welchem das faserige und sehnige Gefüge mancher Metalle nicht zu vergleichen ist, weil bei letzteren kein Unterschied in der Leichtigkeit der Bearbeitung bemerkt wird, wenn man in verschiedenen Richtungen auf die Fasern einwirkt. Der Verlauf der Fasern in einem Stücke Holz ist von sehr grosser Wichtigkeit, und man unterscheidet Langholz und Querholz, je nachdem das Holz in der Richtung der Fasern oder senkrecht darauf geschnitten wurde. Hirnholz nennt man rechtwinklig mit der Ebene der Faser geschnittenes Holz. Die Fasern des Holzes bieten in ihrer Beschaffenheit und in ihrem Verlauf mannigfache Verschiedenheiten dar; man unterscheidet demnach: feinfaseriges Holz, welches keine auffallend grobe Poren und möglichst wenig hervortretende Markstrahlen zeigt (Ahorn, Birke, Weide); grobfaseriges Holz mit weiten Poren und stark hervortretenden Markstrahlen (Eiche, Ulme, Buche, Mahagoni); langfaseriges Holz, welches beim Zerbrechen lange Splitter zeigt (Birke, Ulme, Eiche) und kurzfaseriges (Rothbuche, Hainbuche, Ahorn, Birnbaum). Verlaufen diese Fasern gerade, so ist die Bearbeitung des Holzes leicht und sicher, verlaufen sie dagegen krumm und gewunden, so springen oder brechen bei einiger Anwendung von Gewalt leicht einzelne Stücke des Holzes aus. Ein solcher wimmriger Wuchs oder krummfaseriges Holz ist manchen Bäumen eigenthümlich und kommt in allen Theilen des Stammes vor, bedingt dann auch oft die Anwendbarkeit des Holzes z. B. zu Furniren, da die Schnittflächen besonders schöne Zeichnungen zeigen (Nussbaum, Mahagoni, Esche). Wimmriger Wuchs kommt auch als Krankheitserscheinung bei Bäumen auf schlechtem Boden vor. Feines Gefüge besitzt Holz, dessen elementare Bestandtheile in möglichster Innigkeit mit einander verbunden sind (Buchsbaum); häufig spricht man aber einem Holze auch dann schon ein feines Gefüge zu, wenn es nur eine glatte Säge- oder Spaltfläche besitzt und sich sauber poliren lässt. So sind Ulme, Mahagoni, Nussbaum viel rauher als Buchsbaum und besitzen grössere Gefässe, aber sie nehmen leicht Politur an und werden deshalb zu den Hölzern mit feinem Gefüge gerechnet.

Im allgemeinen lassen sich die Holzfasern leicht von einander trennen, abspalten, auch durch Gewalt seitwärts zusammenpressen; sie lassen sich ferner leicht zerbrechen, schwerer schon zerreissen, aber zum Zusammenpressen der Holzfaser nach der Höhe, wodurch eine Verkürzung derselben eintreten müsste, gehört eine ungemein grosse Kraft.

Digitized by Google

Krankheiten und Fehler des Holzes bei lebenden Bäumen.

Verschiedene Ursachen veranlassen oft Krankheiten und Fehler des Holzes, wodurch seine Anwendbarkeit theilweise oder ganz aufgehoben wird. Bei der Rothfäule, welche am untern und innern Stammtheil und am Wurzelstock auftritt, ist das Holz roth bis braun, von geringer Härte, Spaltbarkeit, Elastizität und Tragkraft, es ist leicht, saugt viel Wasser auf, schwindet wenig und zerfällt zuletzt in eine leicht zerreibliche Masse. Nach den mikroskopischen Untersuchungen des Holzes durch Dr. M. Willkomm, Professor der Forstakademie zu Tharand ist dargethan worden, dass mit dem Beginn der Rothfäule sich ein Pilz in Form von äusserst feinen Fäden (Xenodochus ligniperda) Rothfäulepilz oder Rothfäuleschimmel bildet, der bei Zerstörung des Holzkörpers in Thätigkeit tritt; durch eingesogene Nahrung verstärkt sich dieser Schimmelpilz zu dem sogenannten Nachtfaserpilz (Nyctomyces candidus) und bildet sich endlich aus zum sogenannten Schnabelpilz (Rhynchomyces violaceus), dessen unendlich reichhaltige Sporen wieder den Grund zur Bildung des Rothfäulepilzes legen. Diese Pilzfäden, die sich überall zwischen den Zellwandungen hindurchdrängen, saugen den Kitt zwischen den Zellen und dem Holzstoff in denselben theilweise zu ihrer Nahrung auf, und hierdurch entsteht oft eine auffallend rasche Zerstörung des Zellengewebes einerseits, andererseits aber die weitere Ausbildung und Entwickelung des ursprünglichen Rothfäulepilzes zum Nachtfaser- und Schnabelpilz. Sind die Pilze einmal entwickelt, so erstrecken sie sich über alles in der Nähe befindliche kranke und gesunde Holz und zerstören es um so schneller, wenn höhere Feuchtigkeits- und Wärme-Grade, welche die Entwickelung des Pilzes begünstigen, vorhanden sind[1]).

Weissfäule findet sich in der Mitte des Stammes und in jüngeren Holzschichten; das Holz nimmt in folge dieser Krankheitserscheinung eine helle, meistens weisse Farbe an und verliert zuletzt vollständig seinen Zusammenhang. Verläuft der Prozess, wie an warmen Tagen, sehr schnell, so zeigt das in der Zersetzung begriffene Holz ein auffallendes phosphorisirendes Leuchten, das seine Ursache in einer mikroskopisch kleinen Pilzbildung hat; nur solange die Pilze organisches Leben besitzen, wird sich das Phosphorisiren bemerkbar machen, beim Absterben der Pilze hört es auf; diese Erscheinung lässt sich oft in milden Sommernächten beobachten. Bei spreufleckigen Hölzern ziehen sich um dunkle fast schwarze Punkte

[1]) Die mikroskopischen Feinde des Waldes von Dr. M. Willkomm S. 63.

Digitized by Google

weisse bis rothgelbe Ringe, welche von einer dunkeln, häufig gewässerten Holzmasse umgeben sind.

Uebrigens unterscheidet man nach dem Orte, wo die Fäulniss auftritt: Stockfäule, Kernfäule, Splintfäule und Astfäule.

Der Brand ist ein Absterben von aussen nach innen, entsteht durch äussere Verletzungen der Rinde und schreitet rasch vor. Wurzelbrand entsteht durch Lockerung der Wurzel.

Der Krebs und Kropf zeigt sich häufig am Grunde von Aesten als Aussackungen von Holz und Rinde, die meist mit einer sehr stark in Felder zerrissenen Rinde bedeckt sind; diese Aussackungen zeigen grosse Neigung zum Faulen und sind in der Regel von Kerfen bewohnt; sie dehnen sich häufig so stark aus, dass sie stellenweise den grössten Theil des Stammes umfassen und den Eindruck eines die Eingeweide zur Schau tragenden Stammes machen. Bei der Tanne entsteht der Krebs oft in folge der Ansammlung von Harz unter der Rinde, welche letztere endlich berstet, sich zersetzt und zerbröckelt.

Mondringe, Ringfäule, besonders bei Eichen, sind hellere, mehrere Jahreslagen einnehmende Ringe, deren Holz sehr hygroskopisch ist, ziemlich gleiche Tragfähigkeit und merklich höhere Biegsamkeit als gesundes Holz besitzt. Durch Einwirkung von Frost entstehen den Mondringen ähnliche Erscheinungen, welche stets durch die Umfangslinie eines Jahrringes nach aussen scharf begrenzt sind. Mit Ringfäule behaftetes Holz bekommt beim Trocknen kreisförmige, zwischen den Jahrringen verlaufende Risse.

Brüchiges, morsches, brausches oder sprockes Holz hat sehr breite Jahrringe mit dünnwandiger weicher Zellmasse oder von sehr engem, durch vielfache Wiederholungen der Ringe herrührenden schwammigem Bau; bei der Eiche äussert sich die Sprockigkeit in einer dunkelbraunen oft ungleichmässig matten Farbe, die auch nach der Verarbeitung trübe aussieht; beim Trocknen schwindet und reisst sprockes Holz weniger wie anderes, hat aber geringere Festigkeit und bröckelt unter dem Hobel statt dünne Späne zu bilden. Es hat geringe Dauer und ist als ein in leichter Zersetzung begriffenes Holz zu betrachten.

Spiegelklüfte, Waldrisse, Strahlenrisse verlaufen nach der Länge des Stammes und trennen das Holz in der Richtung der Markstrahlen, erscheinen im Kern weiter als gegen den Splint zu, dabei kann das Holz durchaus gesund sein und sich gut zu Brettern und Bohlen verarbeiten lassen.

Die Frostrisse, Eisklüfte sind den Waldrissen ähnlich, halten aber selten die Richtung der Markstrahlen ein und ist deren Ursprung in besonders kalten Wintern zu suchen.

Bei sehr grosser Unregelmässigkeit des jährlichen Zuwachses durch Frost, auch durch Sonnenbrand und äussere Verletzungen trennen sich bisweilen zwei Jahreslagen ganz oder theilweise von einander und es ent-

Digitized by Google

stehen Kernschäle, Ringklüfte oder Rindschäle, welche die Verwendbarkeit des Holzes besonders dann beeinträchtigen, wenn der innere Theil des Stammes der Zersetzung unterliegt. Von aussen sind die Ringklüfte selten wahrnehmbar.

Durch Anhäufung von Adventivknospen, welche, ohne es zu einer Triebentwickelung zu bringen, Jahrzehnte lang am Leben bleiben und zwischen sich vielfache Stauchungen und Windungen im Verlaufe der zuwachsenden Jahreslagen bedingen, entsteht das Maserholz (Maser, Flader), welches zu Furniren und Kunstarbeiten verarbeitet wird.

Drehwuchs, d. h. ein spiralförmiger Verlauf der Längenfasern um die Axe des Baumes, liefert ein Holz, welches sich stark wirft und reisst, auch zerschnitten nur geringe Tragkraft besitzt. Mit dem Drehwuchs hängt die Verwerfung der Jahrringe zusammen, bei welcher sich letztere in ihrer Anordnung wechselweise auf der einen Seite auffallend zusammengedrängt, dagegen auf der entgegengesetzten ungemein erweitert zeigen. Man erkennt diese Fehler leicht und sicher an der Rinde, welche gewundene Längsrisse zeigt. Verwerfung der Jahrringe findet sich nur an Tannen und Fichten, befällt aber oft ganze Bestände.

Astknoten entstehen an Aesten, die allmälig in den dicker werdenden Stamm eingewachsen sind, durch Mangel an Licht im Wachsthum nachlassen, immer engere Jahrringe ansetzen und daher härter werden. Bei Nadelhölzern steigert sich die Härte durch vermehrten Harzgehalt, so dass sie bei der Fichte und Tanne häufig die Schneide der Werkzeuge ausbricht. An Laubhölzern findet sie sich besonders bei Buche, Eiche etc. Fallen die Aeste nach dem Zersägen des Holzes aus den Brettern heraus, so entstehen die Astlöcher.

Schliesslich ist noch der Wurmfrass zu erwähnen, welcher sich entweder auf die Kambiumschicht beschränkt oder ziemlich tief in die Lagen des Splintholzes eindringt.

Im allgemeinen kann man annehmen, dass Bäume mit mattem, blassgefärbtem Laube, welches im Herbste zeitig fällt, mit einer nicht gleichartigen, von Flechten und Moosen überzogenen Rinde, sowie mit einer sich leicht lösenden Rinde, unter welcher das Holz angefressen erscheint, auch nicht gesund sind und daher kein Holz liefern, welches für technische Zwecke brauchbar ist. Sind dagegen die Stämme schlank und kräftig gewachsen, bei jungen Bäumen glatt und gleichartig, bei älteren mit gleichmässigen Rissen in der Rinde versehen, ist das Laub lebhaft grün gefärbt und frisch, und fällt es im Herbst erst spät ab, so kann man auf ein gutes Holz schliessen. Man überzeugt sich übrigens von der Beschaffenheit des Holzes am besten, wenn man den noch stehenden Baum bis in's Mark hinein anbohrt und die Bohrspäne untersucht.

Das Loch muss man mit Holz wieder vollständig verkeilen, damit der Baum durch den Versuch nicht Schaden leidet.

Digitized by Google

Einfluss des Standortes und des Klimas auf die Beschaffenheit und das Wachsthum der Bäume.

Ein und dieselbe Holzart wächst nicht unter allen Umständen fehlerfrei oder gleich gesund und kräftig; jede Gattung verlangt einen Boden von ganz eigenthümlicher Art, um vollständig auf demselben gedeihen zu können.

Ist der Grund und Boden bald mehr kieselig, bald thonig oder kalkig etc., so befördert er durch diese seine Beschaffenheit den Lebensprozess verschiedener Pflanzen je nach ihrer Natur mehr oder minder; in gleicher Weise ist das Gedeihen der Pflanzen abhängig vom Vorhandensein der sogenannten Dammerde, die Reste organischer, in Verwesung begriffener Körper enthält, und endlich ist es nicht minder abhängig von einer grösseren oder geringeren Menge von Feuchtigkeit.

Im allgemeinen kann man die Bemerkung machen, dass die Laubhölzer, mit wenigen Ausnahmen, empfindlicher gegen die Beschaffenheit des Bodens sind und einen mehr frischen, an Dammerde reicheren tiefgründigeren Boden fordern, als die Nadelhölzer, welche zumeist noch auf sehr magerem Boden ausgezeichnet gedeihen.

Das Mass der Fruchtbarkeit des Bodens ist für die Bäume gleichfalls von grosser Wichtigkeit, indem sie auf zu üppigem Boden bald ausarten und sehr sehnell wachsen, wodurch dann das Holz an Härte, Festigkeit und selbst an Dauer sehr beeinträchtigt wird.

Ebenso grossen Einfluss hat der Feuchtigkeitszustand des Bodens. Die meisten Baumarten wachsen viel besser auf einem trocknen als nassen Grunde; auf zu fettem Boden entsteht bei Laubhölzern die Saftfäule, bei Nadelhölzern aber die Kern- und Rothfäule.

Kiefern und Birken vertragen sehr mageren Boden und gedeihen am besten in grossen Ebenen; Eichen, Buchen, Ahorn lieben Abhänge und guten Boden, Rothtanne, Lärche grössere Höhen.

Bäume auf trockenem Boden geben ein mehr biegsames, elastisches Holz als die auf feuchtem Boden gewachsenen.

Das Klima oder vielmehr das Mass der Temperatur der Luft bestimmt ebenfalls das Fortkommen der Bäume. Jede Art derselben liebt eine gewisse Region und verkümmert ausser derselben. Viele unserer einheimischen Bäume reichen gar nicht weit nach Norden, am weitesten aber die Nadelhölzer und unter den Laubhölzern die Birke. Bäume, die im Süden und Norden zugleich wachsen, liefern selten Holz von gleicher Struktur. Im allgemeinen ist der Einfluss des Nordens auf das Holz nicht ungünstig, denn die Holzfasern erscheinen dort kräftiger geschlossen und gröber in der Struktur.

Digitized by Google

Das beste Holz geben Bäume aus einem geschlossenen Revier, einzeln stehende Bäume ermangeln nur zu häufig des geraden Wuchses, sind sehr ästig und liefern knorriges, gewundenes aber hartes Holz.

Auch der Stand eines Baumes nach den verschiedenen Himmelsstrichen ein und desselben Reviers wirkt auf die Güte seines Holzkörpers ein; an der Nordseite gewachsene Bäume zeichnen sich nicht nur allein durch geraden Wuchs aus, sondern sie liefern auch sehr hartes und schweres Holz; die Bäume der Südseite dagegen haben stets weicheres, ästiges Holz.

Auch von dem langsamen Wachsthum hängt die Dichtigheit des Holzes ab, indem die Fasern näher an einanderliegend mehr Holzmasse darbieten, und dadurch der Holzkörper schwerer und dichter, und somit auch fester wird.

Allgemeine Eigenschaften des Holzes: Farbe, Glanz, Durchscheinen, Geruch und Alter der Bäume.

Die Farbe der Hölzer wechselt von Gelblichweiss durch Gelb, Braun, Roth bis zum tiefsten Schwarz und ist besonders schön und intensiv in den heissen Erdtheilen; grüngelb ist das Holz der Akazie. In demselben Stamme ist die Farbe oft ungleich und bietet Zeichnungen dar, von denen die Schönheit des Holzes abhängt. Der Kern ist gewöhnlich dunkler als das äussere Holz und der Splint (letzterer ist beim schwarzen Ebenholz weiss). Holz von alten Bäumen ist dunkler, als von jungen derselben Art. Unter günstigen Verhältnissen gewachsenes Holz zeichnet sich stets durch lebhafte, frische Farbe aus. Nach dem Fällen des Holzes ändert sich die Farbe der Hirnfläche und zwar schneller bei trockenem Wetter, und wenn der Stamm abgesägt war. Bei der Eiche, echten Kastanie und Weissbuche wird die Schnittfläche tintenartig schwarz, bei der Erle tief gelbroth, bei der Esche violett. Eine mehr kupfergrüne dunkle Farbe in kleinen Flecken oder in Strahlenrissen, häufig in der Nähe des Markes wie beim Ahorn, ist stets als Zersetzungserscheinung zu betrachten, doch gilt dies nicht für derartige Färbungen am Umfange des Kernholzes und in Strahlenrissen wie bei der Ulme oder in Ringen im Kern des Pflaumenbaumes. Das Nachdunkeln des Holzes unter gewöhnlichen Verhältnissen ist sehr häufig. Der Einfluss des Wassers, z. B. das Flössen, verändert die Farbe des Holzes. Abgestorbene Bäume haben eine fahle Farbe, verstocktes Holz spielt in's Bläulichgraue. Die Farbe des Holzes wird übrigens auch beeinflusst von dem Grund und Boden, auf dem der Baum wächst; magerer Boden giebt helles, fetter Boden dunkleres Holz, und Mistlachen in der Nähe von Bäumen färben das Holz braun; ferner giebt ein lichter Stand dem Holze eine helle, ein geschlossener Stand eine dunkle Farbe.

Digitized by Google

Der Glanz, der manchen Holzarten eigen ist, zeigt sich hauptsächlich auf den Spaltflächen, wo viele Markstrahlen durchschnitten sind; werden diese Flächen gehobelt und polirt, so erscheinen die Flächen atlasartig gewässert, wie dies bei unsern Ahornarten der Fall ist; manche Holzarten dagegen schimmern durch ihre ganze Masse, so z. B. der Götterbaum (Ailanthus glandulosa), der ein Holz besitzt, das förmlich messingglänzend erscheint.

Was das Durchscheinen des Holzes betrifft, so ist es durchsichtiger, als man sich dies gewöhnlich vorstellt. Schon durch eine fingerdicke trockene Fichtenhirnscheibe sieht man das Licht einer Kerze bei gehöriger Näherung roth durchschimmern. Noch stärker aber ist die Erscheinung am saftreichen Holz, so dass im Verhältniss zu der grossen Durchsichtigkeit des nassen Splintes das trockene Reifholz derselben Fichtenscheibe noch sehr undurchsichtig erscheint; stark mit Harz durchdrungenes Föhrenholz ist in derselben Weise durchscheinend, wie saftreiches oder künstlich durch Wasser gesättigtes.

Der Geruch des Holzes stammt — während die reine Holzfaser geruchlos ist — aus den in den Holzzellen abgelagerten sekundären Stoffen; bei den Nadelhölzern herrscht ein harziger (Terpentin-) Geruch vor. Am Holz des Lebensbaumes (Thuja) bemerkt man Kampferaushauchungen.

Bei den Laubhölzern dagegen ist der Gerbstoff ziemlich verbreitet, und spricht sich nicht blos durch das tintenartige Schwarzwerden des Holzes in Berührung mit der Axt, sondern auch durch Riechen nach Gerberlohe aus. Balsampappelholz riecht noch trocken nach gegerbtem Leder. Bei der Eiche wird behauptet, dass ihr sauerstrenger Geruch um so stärker sich bemerkbar mache, je kräftiger, gesünder und saftvoller der Baum sei; Hölzer, auf magerm Boden gewachsen, riechen dagegen dumpf und stockig. Andere Hölzer sind überraschend wohlriechend, wie z. B. das türkische Weichselholz.

Was das Alter der Bäume betrifft, so sind die meisten Baumarten, die zum Bau- und Nutzholz verwendet werden, erst mit 60—70 und 80 Jahren fällbar und liefern dann aber ein gesundes kräftiges Holz. Betrachten wir jedoch das Alter der Bäume überhaupt, so zeichnen sich einige Arten durch ein sehr langes Leben aus. Besonders ist dies der Fall bei der kalifornischen Riesentanne, dem Mammuthbaum (Wellingthonia) gigantea; das Alter solcher Riesenbäume, die in der kalifornischen Grafschaft Calaveros auf der Sierra Nevada 1500 m. über dem Meeresspiegel noch häufig anzutreffen sind, wurde von Einigen auf 6000 Jahre geschätzt; bei mehreren gefällten Bäumen zählte man mit Sicherheit 3000 Jahrringe, und wurde der Holzwerth eines Baumes auf 12 000 Mark gewerthet; in einem Berichte über diese interessanten Bäume wird gesagt: „der Vater des Waldes liegt am Boden mit abgebrochener Krone, der verstümmelte Torso misst noch 100,0 m. und hat an der abgebrochenen Stelle aber

Digitized by Google

6,0 m. Durchmesser, weshalb man annimmt, dass dieser Baum 150,0 m. Höhe erreicht habe; sein Inneres ist hohl (wahrscheinlich durch die Indianer ausgebrannt), sodass man 54,0 m. weit hineingehen und aus einem Astloch wieder heraussteigen kann."

Ein anderer Baum in der Nähe dieses eben erwähnten wurde von 5 Arbeitern in 25 Tagen umgehauen; derselbe ist 100,0 m. lang, der Durchmesser beträgt 2,0 m. über dem Boden, 7,9 m. ohne die Rinde, die auch noch wenigstens 1 m. stark ist. Auf dem abgeschlagenen Stumpf ist ein Haus, ein Pavillon mit Bänken und einer Kegelbahn erbaut, auch wird der stehen gebliebene Stumpf als Tanzplatz für 16 Paare und gelegentlich als Schenke benutzt; zu ähnlichem Alter, Höhe und Stärke gedeihen die australischen Gummibäume, und die Cypressen in den sumpfigen Urwäldern Amerikas; nach neueren Angaben aber befinden sich die mächtigsten Baumriesen in Neuholland, wo einzelne Exemplare aus der Familie der Myrtaceen (Eucalyptus) noch um 30 m. höher werden wie die riesige Wellingthonia. Auch die Cedern erreichen ein Alter von Tausenden von Jahren bei einer Stärke von 12,0 m. im Umfang. In Schweden finden sich viele grosse 1000jährige Eichen mit 10,0—11,0 m. Umfang; Deutschland besitzt eine Eiche bei Körtlinghausen, Regierungsbezirk Arnsberg von 12,0 m. Umfang, deren Alter man auf 1400—2000 Jahre schätzen kann. Von mehr als tausendjährigen Linden besitzt eine Nürnberg, eine andere Neustadt am Kocher, erstere ist durchhöhlt, so dass ein Mann durchreiten kann, misst 12,5 m. im Umfange. Auch die morgenländischen Plantanen erreichen bei ihrem Riesenwuchs ein ungemein hohes Alter; Plinius erwähnt einer Plantane von 17,0 m. Umfang[1]); der allbekannte Kastanienbaum (Castagno di centi cavalli oder Castagnano) am Aetna, berühmt durch seine Riesenstärke, ist viele Jahrhunderte alt und sollen in seinem Schatten 100 Pferde Platz haben; er misst mit seinen Stammtheilen 60 m. im Umfange. Ein ungemein hohes Alter erreichen auch hin und wieder unsere Fichten und Tannen. Im Böhmerwalde wurde im Jahre 1856 eine Fichte gefällt, an der man gegen 1300 Jahrringe zählte, und die in der Höhe von 1,66 m. über der Wurzel noch 3,0 m. im Durchmesser hatte.

Die Reife oder Schlagbarkeit.

eines Baumes möchte sich wohl am füglichsten in die Zeit setzen lassen, in der er die höchste Grenze seines Wachsthums erreicht hat, jedoch kann man immerhin den Baum so lange stehen lassen, als sich nicht in der Mitte ein Fäulnisskern entwickelt, denn wir können jedenfalls von der

[1]) Plinius über die Lebensdauer der Bäume liber XVI. Cap. 44.

Digitized by Google

Dauer des Holzes sehr stark gewordener Bäume das Beste erwarten, während freilich andere Eigenschaften wie Zähigkeit, Tragfähigkeit etc. dabei in Abnahme kommen können.

Bäume, die zu Bauholz oder andern wichtigen Zwecken bestimmt sind, hat man mit grosser Sorgfalt auszuwählen; besonders sieht man darauf, dass sie durch einen voll- und frischbelaubten Wipfel, überhaupt durch einen gesunden kräftigen Wuchs, eine frische, saftige, sich nicht faulig ablösende Rinde, Mangel an Rissen des Stammes und der Aeste und knotigen Auswüchsen, einen geraden Wuchs und regelmässig abnehmende Dicke sich auszeichnen, dann eine vollkommen gesunde Wurzel ohne alle fauligen Stellen besitzen, vorzüglich aber das gehörige Alter und die demselben entsprechende Höhe und Stärke haben.

Um mit Sicherheit einen Baum auf seinem Stande zu beurtheilen, bedarf es einer besonderen Kenntniss, die nur durch häufiges Vergleichen und Beobachten zu erwerben ist.

Beschreibung der technisch-wichtigen Bäume.

Diejenigen Bäume, welche das Bau- und Nutzholz geben, werden in forstwirthschaftlicher Beziehung in 2 Hauptklassen eingetheilt:

A. Die Nadelhölzer.
B. Die Laubhölzer.

A. Nadelhölzer.

Allgemeine Eigenschaften.

Im allgemeinen unterscheiden sich dieselben von den Laubhölzern dadurch, dass sie meist immergrüne und mehrjährige Belaubung haben. Alle wichtigen Nadelhölzer keimen mit mehr als 2, meist 5 — 10 Samenlappen, welche sich über die Erde erheben und auf ihrer Spitze das Samenkorn tragen, bis der in demselben enthaltene Nahrungsstoff aufgezehrt ist. Die Blüthe ist einhäufig, die männliche und weibliche in Kätzchenform; die Frucht ein holziger Zapfen, der zwischen seinen Schuppen den geflügelten Samen einschliesst. Die meisten Zapfen behalten ihren Zusammenhang auch noch, nachdem der Samen ausgeflogen ist. Das Wurzelsystem

Digitized by Google

der Nadelhölzer geht durchschnittlich nicht so tief, wie das der Laubhölzer, ihr Wuchs entwickelt sich mehr in der Richtung der Axe, sie sind daher vollholziger und liefern weniger Astholz. Die Zweige sind bei den meisten quirlförmig gestellt. An Ausdauer kommen sie den Laubhölzern meist gleich mit Ausnahme der Eiche, welche sie darin übertrifft.

Sie begnügen sich mit einem flachgründigeren, minder kräftigen Boden und sind im Stande, die organische Kraft desselben wesentlich zu vermehren, können grössere Kälte in der Jugend und im Alter ertragen und lieben mit wenigen Ausnahmen die Feuchtigkeit, entweder einen feuchten Boden oder ein feuchtes Klima, verbreiten sich bis an die Grenze der Baumvegetation im Gebirge, wie im Norden.

Sie tragen öfter und reichlicher Samen, derselbe ist in der Regel geflügelt und leicht, verbreitet sich daher über weite Strecken. Dagegen schlagen die Nadelhölzer nicht vom Stocke aus.

Das Holz der Zapfenbäume ist zu Brennholz gut und geht dem der weichen Hölzer noch vor; zu Bauholz ist es unentbehrlich; zu Werkholz dagegen weniger gesucht. Als Nebenprodukte sind die Harze und Oele zu erwähnen, die man aus dem Stamm und dem Samen gewinnt. Fast alle treten als gesellige Bäume, auf grosse Landstriche verbreitet auf.

Feinde haben die Nadelhölzer der Arten nach zwar weniger als die Laubhölzer, aber jene treten in der Regel viel zahlreicher und intensiv schädlicher auf, weil diesen die Reproduktionskraft fehlt. Dem Winde können sie weniger Widerstand leisten wegen ihrer wintergrünen Belaubung und ihres schlanken Wuchses.

Die am meisten in der Baukunst zur Anwendung kommenden Nadelholzbäume sind:

1. Die Kiefer oder Föhre, auch Kiene genannt (Pinus sylvestris), wird in einem ihr angemessenen Boden und in geschlossenem Stande 23—29 m., selten bis 58 m. hoch bei 0,90—1,20 m. Stammdurchmesser, bleibt 150 Jahre und länger gesund und wird wohl 200 Jahre alt. Die Rinde ist an alten Stämmen graubraun oder rothgrau, sehr dick, nach dem Gipfel zu wird sie grau oder gelblich und löst sich in feinen flatternden Häutchen ab; an den Zweigen und jungen Trieben erscheint sie grüngelb oder olivenbraun. Die Nadeln sitzen paarweise oder zu dreien in einer kurzen Scheide und sind 40—50 mm. lang, scharf zugespitzt, auf der Unterfläche etwas hohl, von Farbe graugrün. Die Kiefer blüht im Mai, die männlichen strohgelben Blüthenkätzchen erscheinen an den Spitzen der vorjährigen Zweige, die weiblichen blos an den frischen Trieben desselben Jahres, an deren Spitzen sie sich einzeln zu 2—5, anfänglich als rundliche Körper von röthlicher Farbe befinden, die sich nachher in kleine eiförmige Zapfen von grüner Farbe verwandeln; erst im folgenden Frühjahr entwickeln sie sich weiter zu 50 mm. langen Zapfen von graubrauner Farbe und gelangen im Oktober zur Reife.

Digitized by Google

Die Kiefer gedeiht von Lappland bis Sicilien, von Schottland bis zur Lena in Sibirien und liebt einen trocknen sandigen Boden in Ebenen und Anhöhen; die sandigen Gegenden Deutschlands im Brandenburgischen und in der Lausitz, Ostpreussen, Westpreussen und Polen haben die schönsten und grössten Kiefernwaldungen.

Eine, die jungen 2 bis 5 jährigen Kiefern befallende Krankheit, die Schütte genannt, äussert sich im Absterben der Nadeln, so dass der Baum dabei zu Grunde geht. Die Ursache dieser, oft ganze Bestände zerstörenden Krankheit scheint noch nicht vollkommen erkannt zu sein[1]).

Das Holz der Kiefer hat zahlreiche Markstrahlen (0,5 mm. hoch), ist ziemlich grob, etwas glänzend, gelbröthlich, gegen den Splint zu heller, an den Rändern der Jahrringe rothbraun; es ist schwerer, härter und harzreicher als Fichten- und Tannenholz und daher in Nässe und Witterungswechsel dauerhafter; es ist vorzüglich brauchbar als Bauholz, besonders im Freien; für den innern Ausbau verwendet man lieber die anderen verwandten Nadelhölzer, da Kiefernholz in der Wärme viel Harz ausschwitzt. Es brennt mit lebhafter etwas prasselnder Flamme, raucht jedoch stark und setzt viel Russ ab.

An Elastizität steht es dem mehr biegsamen Tannenholz nach.

Von den Abarten werden hier erwähnt:

a) Die italienische Kiefer (P. pinaster).

b) Die Pinienkiefer (Piniole) (P. pinea), ein Baum der in Süd-Europa, namentlich in Italien und Spanien, aber auch in Nordafrika heimisch ist. Die Samen (Piniennüsse) werden in Menge genossen.

c) Die Weirauchskiefer (P. Taeda), besonders in den sumpfigen Gegenden von Virginien, Karolina und Kanada vorkommend, zeichnet sich besonders durch angenehmen balsamischen Geruch aus.

d) Die Weymouthskiefer (P. stobus). Ihre Heimath ist Nordamerika, wo sie bis 58 m. Höhe und 1,20 — 1,45 m. Durchmesser stark vorkommt.

e) Die Zürbelkiefer (Arve) (Pinus cembra) findet sich auf den Gebirgen der Schweiz und Tyrol gleich unter den mit Schnee bedeckten Gipfeln; der Baum wächst langsam, wird 500 Jahre alt und erreicht eine Höhe von 33,8 m. bei 0,90—1,20 m. Stammdurchmesser. Das Holz hat weisse Farbe und übertrifft an Güte das der Weisstanne; gehobelt glänzt es wie Seide, ist in hohem Grade dauerhaft, fast unverweslich und hat einen angenehmen Geruch, vor welchem die Motten scheuen. Die schönen grossen Zapfen enthalten schmackhafte Nüsse.

f) Die Besenkiefer, langblättrige K. oder gelbe Fichte, (Pinus australis) aus Amerika, in Nord- und Südkarolina und hauptsächlich

[1]) Die Beobachtungen über die Schütte der Kiefer von Dr. G. Holzner stellt die verschiedenen Anschauungen von Forstmännern und Botanikern darüber zusammen. Freising bei Dallerer 1877.

Digitized by Google

in Mexico, hat über 30 cm. lange Nadeln, zu dritt aus einer Scheide tretend, 21 m. hohen Stamm, ist sehr harzreich und liefert den Terpentin von Boston. Das Holz ist als Bauholz äusserst geschätzt und zeichnet sich aus durch die Bildung enger und gleichstarker Jahresringe; verhältnissmässig äusserst leicht, besitzt es grosse Elastizität, eine grosse Tragfähigkeit, schwindet und wirft sich sehr wenig, wobei es der Fäulniss in hohem Grade widersteht. Dieses vorzügliche Holz bildet seit einiger Zeit einen Einfuhrs-Artikel von Nord-Amerika und kommt zu uns unter dem Namen „Yellow pine". In Preussen und besonders in Berlin hat man von diesem Holze schon von Seite der Baubehörden und der Marineverwaltung Gebrauch gemacht und wird das betr. Holz seiner vorzüglichen weitgehendsten Eigenschaften wegen sehr empfohlen[1]).

2. Die gemeine Fichte, Rothtanne (Abies excelsa), auch Rothfichte, Fichttanne genannt, ist im mittleren Europa der gewöhnliche Waldbaum und wächst in 100—120 Jahren zu einer Höhe von 25—30 m. bei einem Stammdurchmesser von 0,90 m.; sie vollendet jedoch ihren Höhenwuchs erst im 150. Jahre und erreicht, wenn auch nur selten, eine Höhe von 52 m. bei 1,80 m. Stärke. Der Baum erreicht ein Alter bis zu 400 Jahren. Die Rinde hat ein mehr röthlich als braunes Ansehn und erreicht keine sehr grosse Dicke. Die Nadeln stehen auf kleinen Höckern spiralförmig um die Zweige, sind scharf zugespitzt, steif und stechend, im Querschnitt rautenförmig von dunkelgrüner Farbe. Die weiblichen Blüthen erscheinen im August an der Spitze der jungen Gipfelzweige als zapfenartige, röthliche Kätzchen, welche zu hellrothen, braunen, oft 15 cm. langen und 4,5 cm. dicken Zapfen reifen, die abwärts hängen und später ganz abfallen; die männlichen Blüthen erscheinen an den vorjährigen herabhängenden Zweigen erdbeerähnlich von hellrother Farbe. Die Fichte ist im ganzen mittleren und nördlichen Europa verbreitet, auf den Gebirgen trifft man sie noch zu einer Höhe von 1800 m. an; nördlich geht sie in Asien bis zum 60. Grad Breite, in den südlichen Gegenden wird sie selten und verschwindet in den warmen Ländern. Sie gedeiht am besten in den Gebirgen und liebt einen stets frischen Boden, oder eine feuchte Atmosphäre mit vielem Thau und Nebel; sie kommt auf Felsblöcken mit spärlichen Dammerdeschichten vor, indem die Nadeln das Geschäft der Ernährung übernehmen. In den Ebenen wächst sie zwar auch, geht wenig tief mit ihren Wurzeln und erreicht schneller wie in den Bergen ihre Entwicklung, aber dabei ist ihr Holz weniger kräftig; fetter Boden ist ihr überall zuwider, und obschon sie darauf üppig wächst, so tritt selbst im Gebirge in ihrem Innern schon früh die Rothfäule ein, welche oft schon mit dem vierzigsten Altersjahre sich ankündigt.

Das Fichtenholz hat zahlreiche Markstrahlen (0,5 mm. hoch), röthlich

[1]) Lieferant J. H. Kräft in Wolgast; Kommissionär L. Lauffer in Berlin.

Digitized by Google

gelbe bis weisse Farbe, ist nach dem Kern zu geadert, von geringem Glanz, ziemlich grobfaserig, dabei aber weich und leicht spaltbar; es ist harzreich und sehr elastisch (mehr wie das Föhren-, weniger wie das Weisstannenholz).

Das Fichtenholz wird zu allen Sorten von Bauholz verwendet, zu Balken, Sparren, Ständern und Riegeln; es wird zu Brettern verschnitten, die zu Fussböden, Treppen, Thüren verbraucht werden; Fichtenholz wird auch zu Möbeln aller Art verarbeitet; ist das Holz jedoch dem häufigen Witterungswechsel ausgesetzt, so fängt es bald an zu stocken, daher verwendet man es am liebsten nur zum innern Ausbau. Ganz unter Wasser gesetzt ist es unverwüstlich, wie das die Grundpfähle beweisen, auf denen Venedig und Amsterdam erbaut sind. Es brennt mit lebhafter prasselnder Flamme, entzündet und unterhält sich im Feuer leicht, raucht aber und russt gern.

3. Die Weiss- oder Edeltanne (Abies pectinata), auch Silbertanne, Masttanne, Edelfichte, wächst in 100—150 Jahren, von welcher Zeit das Holz brauchbar ist, zu einer Höhe von 30—50 m. bei 0,90 bis 1,20 m. Stammdurchmesser, welche Höhe sich bis zum 200sten Jahre bis auf 50 bis 60 m. und 1,80—2,40 m. Stärke steigern kann; sie erreicht wohl ein Alter von 500 Jahren. Die Rinde der Tanne ist glatt und nur an alten Stämmen spröde und rissig, von heller aschgrauer Farbe; an den jungen Zweigen wird dieselbe grünlich-grau und ist mit rostfarbenen Härchen besetzt; die Aeste selbst sind verhältnissmässig sehr dünn, sind quirlartig gestellt und hängen in schön geschwungenen Linien abwärts. Die Nadeln sind breitgedrückt, an der Spitze ausgeschnitten und sind in die Zweige gedreht oder gewunden eingefügt; oben glänzend dunkelgrün, unten blassgrün, stehen sie auffällig kammförmig, d. h. zu beiden Seiten der Zweige in Reihen, wie die Zähne eines Kammes. Die männlichen Blüthen erscheinen als 12 mm. lange, eiförmige längliche Kätzchen, während dem die weiblichen am Ende der letzten Triebe des vorhergehenden Jahres erscheinen und zur Zeit des Aufbrechens der männlichen Blüthen die Gestalt walzenförmiger, dünngeschuppter Zapfen haben, aus welchen sich die 18—24 cm. langen Tannenzapfen entwickeln; diese stehen an den Zweigen bei der Reife aufwärts und fallen nicht ab, sondern es lösen sich nur die Schuppen nacheinander von dem längere Zeit noch stehenbleibenden Schuppenstiele ab.

Der Aufenthalt der Tanne ist bei uns mehr die kühle Gebirgsregion. Sie kann in den wärmeren Zonen bis zu einer Höhe von 2000 m. auf den Bergen vorkommen. Im Norden findet sie sich in der Ebene. Besonders tannenreich in Mitteleuropa sind die Hochgebirge der Schweiz, Tyrols, Bayerns, die böhmischen Gebirge und der Thüringerwald. Nach Sibirien geht sie bis zum 50. Grad nördlicher Breite, in Norwegen bis zum 67. Grad.

Digitized by Google

Sie kommt am besten in einem mit Kies, Sand und Dammerde untermischten, aber nicht zu trockenen Boden vor.

Das Tannenholz, das zahlreiche 5 mm. hohe Markstrahlen zeigt, ist das weisseste unter den gewöhnlichen Nadelholzarten, besonders wenn es auf nicht nassem Boden gewachsen ist; ist ungemein fein und leicht spaltbar, ist noch weicher als Fichtenholz, aber zäher und elastischer als dieses. Es enthält nicht viel Harz und ist daher sehr leicht; wird es dem Wechsel der Witterung ausgesetzt, zeigt es sich wenig dauerhaft.

Tannenholz lässt sich mit Vortheil im Trocknen sowohl, als wie ganz unter Wasser verwenden, giebt besonders schöne weisse Bretter ohne starke Astbildungen, die sich vorzüglich zu Fussbodengetäfel eignen. Es findet dieses Holz auch vielfache Anwendung bei Tischler-, Schnitz- und Drechslerarbeiten, ferner wird es zu Resonanzböden, zu Schachteln und Siebrändern verarbeitet. Es brennt äusserst lebhaft, prasselt und knallt sehr stark, spritzt Kohlen umher und raucht und russt gern.

4. Der Lärchenbaum (Lärche) (Larix europaea), auch europäische Ceder genannt, übertrifft an Schnelligkeit des Wachsthums alle andern Pinusarten, indem er schon in einem Alter von 50—70 Jahren auf angemessenem Boden die Höhe von 18—24 m., ja selbst bis 33 m. erreicht; auch wird er 150—200 Jahre alt, wobei er an Stärke zunimmt. Die Rinde ist an den alten Stämmen der Kiefernrinde ähnlich, rothgrau und dick, angeschnitten aber schön roth; an jungen Stämmen ist sie glatt, braun und aschgrau überzogen, rostgrau gestrichelt, an jüngern Stämmen bräunlich mit gelblichen Längsstreifen. Die Knospen oder vielmehr Knoten, aus welchen die Blüthen und die büschelweise stehenden Nadeln hervorbrechen, und welche wechselweise und spiralförmig um den Zweig stehen, sind holzig, graubraun. Die Nadeln sind 3—4,5 cm. lang, weich, flach lineal, auf der Unterseite mit einer erhabenen Rippe versehen, glatt hellgrün, werden im Oktober gelb und fallen Anfangs November nach und nach ab. Die männlichen Blüthenkätzchen befinden sich von länglich runder Form, nur von Erbsengrösse und von Farbe weisslich gelb, meist an den Seiten der Zweige und wechseln mit den weiblichen Kätzchen, welche ebenfalls rundlich, aber grösser und von Farbe schön purpurroth sind. Beide entwickeln sich fast gleichzeitig zu Anfang des Mai noch vor der Ausbildung der Nadeln. Die Zapfen sind anfangs grün, werden zur Zeit der Reife im Sommer dunkelbraun und haben dann eine an den Enden abgeplattete, gegen die Spitze konisch verjüngte Gestalt. Die Deckschuppen, woraus sie bestehen, sind eiförmig, dreifach gefurcht. Die Samen fliegen aus ihnen erst im Frühjahr ab.

Der Lärchenbaum wächst ursprünglich auf den Gebirgen Südeuropa's, in Frankreich, der Schweiz, Tyrol, Steiermark, Böhmen, findet sich aber jetzt in ganz Deutschland, in Russland bis tief nach Sibirien hinein.

Er wächst auf jedem guten, nur nicht kalten und feuchten Boden.

Digitized by Google

Am meisten sagt ihm der Kalkboden zu; auf nassem und fettem Boden werden die Bäume rothfaul.

Das Holz der Lärche hat ziemlich zahlreiche 0,5 mm. hohe Markstrahlen, ist ziemlich grob und glänzend, braunröthlich bis rothgelb, im Alter bisweilen dunkel geflammt; der Splint ist gelblich. Dichtfaserig, härter und schwerer wie Föhrenholz, reisst und wirft es sich nicht leicht, ist auch sehr zähe, fest und elastisch, harzreich und wird nicht leicht vom Wurm angegriffen; es zeichnet sich durch eine ausserordentliche Dauerhaftigkeit selbst im Wechsel der Witterung aus.

Das Holz wird zu vielen Tischlerarbeiten benutzt, zu Thüren- und Fensterstöcken, ferner zum Schiffbau, zu Mühlenrädern, Wasserrinnen und anderweitigem Werkholz und steht in gleichem Werth mit dem Eichenholze.

Nahe verwandt zur Lärche ist:

a) Die Ceder, weisser Lärchenbaum (Larix cedrus), ihr Wuchs ist regelmässig. Einzeln stehend, breitet sie ihre untern, fast wagrecht auslaufenden Zweige gegen 6,6—8 m. weit aus und macht einen starken Schatten; die Bäume werden 20 m. hoch bei 5 m. Umfang; das Holz zeigt feines Gewebe, fein-langfaserig, leicht, fest, braunröthlich, glatt und glänzend, von einem wohlriechenden Harze durchdrungen, welches bewirkt, dass es weder von den Würmern noch von der Fäulniss angegriffen wird, es dient als Werkholz zu feinen Schreinerarbeiten, auch wohl zum Bleistiftfassen.

Die Heimath der Ceder, die jedoch in Deutschland und England, wenn auch nur vereinzelt, verpflanzt wurde und auch gedeiht, ist Syrien; am bekanntesten waren die Cedern des Libanon, wohin Salomon 180,000 Menschen sandte, um Cedern für den Tempelbau zu fällen. Auch in griechischen und römischen Schriftstellern wird die Vortrefflichkeit des Cedernholzes gerühmt, das vielfach zu den Gebälken der Tempel verwendet ward; die uralten Thüren am Lateran zu Rom sind auch von Cedernholz.

Das echte Cedernholz vom Libanon kommt selten in den Handel; das rothe amerikanische Cedernholz stammt von Arten der Gattung Juniperus und Thuja ab, deren Kernholz im Alter schön roth und wohlriechend wird; es kommt aus Karolina und Jamaika und dient vorherrschend zur Bleistiftfabrikation. Das sogenannte weisse Cedernholz ist das Holz von Cupressus disticha und wird aus den nordamerikanischen Staaten zu uns gebracht. Das westindische Cedernholz kommt von Cedrela odorata; es werden Zuckerkisten daraus gemacht und dient in Europa ebenfalls zum Fassen von Bleistiften. Unechtes Cedernholz (Pfefferholz) kommt aus Havanna und sind aus ihm die Kisten für die echten Havanna-Zigarren gefertigt.

b) Die Zypresse, immergrüne Zypresse (Cupressus sempervirens), ein Baum in Südeuropa, Kleinasien, Nordafrika, der unter günstigen Um-

Digitized by Google

ständen und bei hohem Alter wohl 20 m. hoch und 60—90 cm. dick wird. Die balsamischen Ausdünstungen dieses Baumes, der im Orient seit den ältesten Zeiten als Symbol der Trauer galt und noch jetzt daselbst auf die Gräber gepflanzt wird, sind so stark, dass sich Kranke in die Zypressenwälder begeben, um diesen heilsamen Geruch einzuathmen. Das weissgelbliche, feinfaserige Holz ist ausserordentlich fest und dauerhaft, fast unverweslich und stand in den ältesten Zeiten in sehr hohem Werth. Plato wollte, dass alle Gesetze auf Zypressenholz geschrieben werden sollten, und in Aegypten fertigte man Mumiensärge daraus, in Griechenland Tempeldecken, in der Levante ist es ein gewöhnliches Bauholz.

c) Die Sumpf-Ceder, Sumpf-Zypresse, virginische Sumpf- oder Eiben-Zypresse (Taxodium distichum) mit zweizeiligen flachen, lineal-lanzettlichen sommergrünen Nadeln; sie erreicht eine Höhe von 24,0—36,0 m., bei einem Umfange von 10,0 m.; das Holz der Sumpfzypresse ist in seinen Jahrringen ungemein gleichmässig geschlossen, reicher an Harzen und flüchtigen Oelen und wird als äusserst werthvolles Bauholz geschätzt, das sich nicht wirft, leicht spaltet und fast unverwüstlich ist. Dasselbe dient ausser zum Bauholz auch zum Dachdecken, zu Hausgeräthen, Fässern etc; sehr beliebt, ist es zu Brettern geschnitten ein sehr wichtiger überseeischer Handelsartikel; ähnlich verhält es sich mit dem Holze das Alerkobaums (Filz-Roya patagonica), das von Chili aus nach allen Gegenden hin verfrachtet wird. Seit einigen Jahren hat sich das Zypressenholz auch bei uns — namentlich in Norddeutschland eingebürgert und wird noch bedeutend höher als das bereits besprochene Yellow pine geschätzt und daher vielfach mit bestem Erfolge verwendet.

Nicht unerwähnt mag hier bleiben, dass die sogenannte Zypresse des Montezuma nach ihrem riesenhaften Wuchse auf ein Alter von 6000 Jahren geschätzt wurde.

5. Der Eibenbaum, Taxus (Taxus baccata) wächst gewöhnlich nur 10—17 m. hoch, aber oft 60 cm. dick und wird gegen 500 Jahre alt. Die Nadeln stehen kammförmig an den Zweigen, etwas breit gedrückt, fein zugespitzt, ziemlich weich und biegsam, glatt und glänzend, von dunkelgrüner Farbe; die Frucht ist keine hartschuppige Zapfenfrucht, sondern kugelig berenartig, ähnlich der Eichel, und wird bei der Reife hochroth.

Er liebt einen steinigen gebirgigen Boden und gedeiht am besten in mässigen Höhen der Gebirge Mitteleuropa's.

Das Holz, mit zahlreichen 0,3 mm. hohen Markstrahlen, ist röthlich braun, der Splint gelbweiss, sehr fein und dichtfaserig, mit sehr schmalen Jahrringen, fein dunkelbraunroth gestreift; es zeichnet sich unter allen europäischen Nadelhölzern durch Härte, Festigkeit und Schwere aus, ist ausserordentlich zähe und federkräftig und dabei von grösster Dauer.

Eibenholz wird zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten verwendet

Digitized by Google

und wird sehr geschätzt; hin und wieder benutzt man es, um Maschinentheile daraus zu fertigen.

6. Wachholder, virginischer (Juniperus virginiana), liefert ein Holz, das grosse Aehnlichkeit mit dem ächten Zedernholz hat und auch als solches in den Handel gebracht wird. Der gemeine Wachholder (J. communis), meist als Strauch vorkommend, wird aber auch auf gutem Boden ein Baum von 6 m. Höhe, 15—30 cm. Dicke und wächst besonders schön in den bedeutenderen Höhen unserer Gebirge.

Das Holz ist im frischen Zustande sehr weiss, im getrockneten Zustande und von alten Stämmen gelbröthlich bis braun, oft braungeadert; es zeichnet sich durch Härte und Schwere, Festigkeit und Dauer aus und wird fast nie vom Wurm heimgesucht. Es dient seiner guten Eigenschaften wegen zur Bearbeitung von Maschinentheilen, dann zu Kunstarbeiten für Tischler und Drechsler.

B. Laubhölzer.

Allgemeine Eigenschaften.

Sämmtliche Laubhölzer keimen in zwei Samenlappen, gehören also zu den Dikotyledonen-Pflanzen; die bei uns heimischen verlieren im Winter die Blätter. Nur einzelne minder wichtige Arten haben Zwitterblüthen, die meisten blühen diklinisch (männliche und weibliche Organe getrennt), die Mehrzahl davon monöcisch (beide Geschlechter auf einem Baume vereinigt). Die männlichen Blüthen haben die Form von Kätzchen, Blüthenhüllen fehlen oder sind nur durch unvollständige Gebilde angedeutet.

Im allgemeinen gehören die Laubhölzer weniger als die Nadelhölzer zu den geselligen Holzarten, sie verlangen ein milderes Klima, oft einen tiefgründigeren und besseren Boden. Zum Theil erreichen sie ein höheres Alter als die Nadelhölzer; das Wachsthum der Laubhölzer verbreitet sich mehr als bei jenen in die Aeste, wodurch die Länge und Gleichförmigkeit des Stammes nothleidet.

Die Laubhölzer sind weniger Krankheiten und Gefährdungen durch schädliche Thiere unterworfen, überdauern die Beschädigungen, die ihnen durch ihre Feinde zugefügt werden, leichter als die Nadelhölzer; namentlich leiden sie weniger vom Wind, weil sie zur gefährlichsten Zeit ohne Blätter und nicht hoch und schlank sind. Sie schlagen aus dem Stock oder aus den Wurzeln, weniger aus beiden zugleich aus, was bei dem Nadelholze nicht der Fall ist.

Digitized by Google

Die Laubhölzer liefern dem grössten Theil nach nur Brennholz, und zwar Buche, Birke und Eiche ein besseres, als die Nadelhölzer. Dabei liefert aber die Eiche ein sehr gesuchtes Bauholz, wogegen die Werkhölzer fast ausschliesslich den Laubholzwaldungen entnommen werden.

1. Die Eiche (Quercus).

a) Die Traubeneiche (Quercus robur), weil sie spät ausschlägt und erst spät sich entlaubt auch Wintereiche und wegen der Schwere, Härte und Dauerhaftigkeit auch Steineiche genannt; steht der Baum in guter Lage und gutem Boden, so erreicht er eine Höhe von 40—60 m. und einen Durchmesser von 1,2—1,8 m. und vollendet seinen Wuchs in 200—250 Jahren, während er wohl über 600 Jahre alt werden kann. Die Blätter sitzen wechselweise an zolllangen Stielen wohl 15 cm. lang und 9 cm. breit, etwas unregelmässig tiefbuchtig, oben dunkelgrün, unten hellgrün bis gelblich. Die Blüthen, getrennte Geschlechter auf einem Baum, erscheinen zugleich mit den Blättern am Ende der letzten Triebe und zwar die männlichen als zu 2—4 zusammenstehende, über 6 cm. lange, herunterhängende, ziemlich gelbe Kätzchen, die weiblichen sitzen dicht an den Blattwinkeln der jungen Blätter, als purpurrothe Knöspchen. Die Früchte sitzen zu 2—4, auch 6—12 traubenförmig auf sehr kurzen Stielen, sind mehr rund als eiförmig und gewöhnlich im Herbste vollständig reif. Die Rinde ist an jungen Bäumen und Zweigen hellgrün, später gräulich, dann röthlich braun; alte Stämme sind mit dicker, tiefrissiger, graubrauner Tafelborke bedeckt.

Die Wintereiche wächst in Wäldern und auf Ebenen, steigt aber selten höher als 600 m. über dem Meeresspiegel die Berge hinan und verliert sich in den nördlichen kältern Gegenden; sie liebt trocknen, festen aber nicht unfruchtbaren Boden.

b) Die Stiel- oder Sommereiche (Q. pedunculata) vollendet ihren Wuchs in ungefähr 200 Jahren und erreicht ein Alter von 1000 Jahren, eine Höhe gegen 60 m. und einen Durchmesser von 2—2,6 m. Die Blätter sind kurzstielig und grösser als die der Wintereiche, verhältnissmässig schmal, buchtig, nach hinten herzförmig, auf der obern Seite dunkelgrün, auf der untern dagegen bläulichgrün. Die männlichen Blüthen bemerkt man im Mai mit dem Ausbruche der Blätter als hellgrünliche, fadenförmig längliche hängende Körper und zwar büschelweise am Ende vorjähriger Triebe, die weiblichen Kätzchen als rothe Knospen in den Winkeln der jungen oder diesjährigen Triebe einzeln oder nur zu 2—3 an 5 cm. langen Stielen. Die Ende Oktober reife Frucht hat eine verlängerte eiförmige Gestalt und ist nur von einem kurzen Becher umschlossen. Es befinden sich gewöhnlich 2—3 solcher Eicheln beisammen, je am Ende eines langen dicken Stiels.

Sie hat ihren Standort wie die vorige Art, liebt aber besseren Boden und vorzüglich Feldraine.

Das Eichenholz, mit zahlreichen oft kleinfingerhohen Markstrahlen, ist

Digitized by Google

im allgemeinen von Farbe bräunlich, im Splinte und bei jungen Stämmen weiss, die Jahrringe an den innern Rändern durch grobe Poren ausgezeichnet und die Spiegelfasern sehr stark. Uebrigens besteht dieses Holz aus einem sehr dichten und ziemlich feinen Fasergewebe, ist ausserordentlich hart, fest und schwer, auch bedeutend zähe und elastisch, leicht spaltbar und eines der dauerhaftesten unserer Holzarten.

Etwas heller an Farbe ist das Sommereichenholz, mehr röthlichbraun das Wintereichenholz, auch etwas feiner in der Faser und besser zu bearbeiten als das letztere, welches dagegen mehr Härte besitzt.

Eichenholz empfiehlt sich ausserordentlich zu allen Bauzwecken, wozu ein sehr dauerhaftes hartes und festes Holz erfordert wird. Vorzügliche Dienste leistet es als Strebe- und Ständerholz, sowie es zu Thür- und Fensterstöcken gern verarbeitet wird. Minder gute Dienste leistet es, wenn es in freier horizontaler Lage Lasten tragen soll, und wendet man in diesem Fall viel vortheilhafter Fichtenholz an.

Höchst schätzenswerth aber ist es wegen seiner ausgezeichneten Dauer im Wechsel von Nässe und Trockenheit und seiner Unzerstörbarkeit im Wasser zur Herstellung von Wellen und Wasserrädern, Stirn- und Kammräderkränzen. Vorzügliches Material liefert es dem Schleusen- und Brückenbau. Als Knieholz, d. h. wenn es krumm gewachsen ist, wird es gern von den Schiffsbaumeistern verwendet; Eichenholz dient ferner dem Maschinenbau in ausgedehntester Weise, auch Tischlerarbeiten, Möbel werden, obwohl das Holz viel Politur beansprucht, aus ihm gefertigt, endlich benutzen dies Holz die Böttcher zu dauerhaften Fässern und Bottichen und wird das ungarische Eichenholz zu diesen Zwecken besonders hochgeschätzt (Stückfässer für Bierbrauereien). Eichenmaser dient für Kunstschreinerei.

Bei Gebrauch von Eichenholz ist Vorsicht nöthig, dasselbe muss einer langen Austrocknung unterworfen werden, indem es nicht so schnell in dem Grade trocknet, um nicht ein Werfen und Reissen besorgen zu lassen. Eichenholz brennt mit Geprassel aber nicht lebhaft, bedarf daher starken Zuges und setzt gern, jedoch nicht vielen Russ ab.

c) Die Korkeiche (Q. suber) hat sehr dicke, auswendig graue, inwendig rostbraune Rinde, die, alle 8—10 Jahre abgenommen, sich wieder ersetzt und den Kork liefert. Der Baum, der 10—13 m. hoch wächst, trägt essbare Früchte.

d) Die indische Eiche, Teakbaum (Tectonia grandis), liefert das für den Schiffsbau so äusserst schätzbare Teak-, Teck- oder Tekabaumholz; dasselbe ist unserm Eichenholze sehr ähnlich, enthält aber viele ölige Bestandtheile, die das Holz gegen Fäulniss und Wurmfrass schützen; es kommt aus Ost- und Hinterindien.

2. Die gemeine Buche, Rothbuche oder Mastbuche (Fagus sylvatica), ist einer unserer schönsten Waldbäume und erreicht freistehend eine Höhe von 20—26 m., in geschlossenem Stande aber und gutem Boden 26—33 m.,

Digitized by Google

ausnahmsweise 43 m.; der Stamm hat selten über 90 cm. Durchmesser. Ihren Wuchs beendet die Buche in einer Zeit von 100 bis 120 Jahren, in günstiger Lage kann sie ein Alter bis 400 Jahre erreichen. Die eiförmigen Blätter sind lebhaft glänzend grün, ganz glatt, weich und am Rande mit zarten Härchen besetzt; der Rand hat nur leichte wellenförmige Einschnitte und keine deutlichen Sägezähne. Die Blätter, kurz gestielt, befinden sich gewöhnlich zu 3 gegenüber, wechselweise und flach ausgebreitet an röthlichen Zweigen. Die männlichen Blüthenkätzchen erscheinen im Mai traubenweise beisammen an langen hängenden Stielen, die weiblichen meist nur paarweise und aufrecht in Form von röthlichen Knöpfen. Die Frucht, eine vierspaltige, borstige Kapselfrucht mit 2 bis 3 dreieckigen Nüssen, reift im Oktober. Die Rinde ist bei jungen Stämmen bräunlich grün, bei alten wird sie aschfarbig, bleibt aber immer eben, glatt und ohne Risse.

Der Aufenthalt der Buche ist das südliche und mittlere Europa; im Norden geht sie kaum bis zum 53. Grad. Sie liebt einen aus Lehm- oder Dammerde und Sand oder Kies bestehenden, trocknen und nahrhaften Boden, wo sie theils in den Ebenen, theils auf sanften Anhöhen und in den Thälern der Vorgebirge ansehnliche Waldungen bildet, aber in den rauhen und kalten Hochgebirgen nicht mehr angetroffen wird.

Das Buchenholz, mit zahlreichen 5 mm. hohen Markstrahlen, ist von Farbe an ausgewachsenen Bäumen und solchen, welche einen geschlossenen Stand haben, immer röthlichweiss, an jungem Holz und dem auf freiem Stande gewachsenen weiss. Es zeichnet sich durch eine fein- und dichtfaserige Beschaffenheit aus, hat keine starken Jahrringe, aber auffallend dunkle Spiegel, ist in der Jugend zähe und gut zu bearbeiten, im Alter aber sehr hart. Es lässt sich sehr leicht spalten, reisst und springt nicht leicht, selbst beim Austrocknen. Seine Dauerhaftigkeit im Witterungswechsel ist sehr gering, auch dem Wurmfrasse ist dies Holz stark unterworfen.

Als Bauholz findet es nur im Trocknen Anwendung oder stets in der Nässe, z. B. zu Grundbauten. Abwechselnd in Nässe und Trockenheit schwindet und quillt es, wirft sich und geht bald in Fäulniss über. Dennoch ist es sehr brauchbar zu Maschinentheilen, Schrauben, Stampfen, Rollen, auch wird es gern von Wagnern und Drechslern verarbeitet zu Gegenständen, die eine besondere Härte besitzen sollen; auch ist es ein vorzügliches Tischlerholz zu nicht polirten Arbeiten, weil es sich der starken, sehr hervortretenden Spiegelfasern wegen nicht fein poliren lässt. Buchenholz brennt äusserst lebhaft und gleichmässig, ohne zu prasseln und Funken zu werfen und raucht nur wenig.

3. Die Weissbuche, Hainbuche, auch Hornbaum genannt (Carpinus betulus), wächst in 100—150 Jahren zu einer Höhe von 9—12 m. und einer Stärke von 30—60 cm.; die Rinde ist glatt, schwarzgrau, weissgefleckt, an alten Stämmen unten etwas der Länge nach aufgerissen, an

Digitized by Google

jungen Zweigen dunkelbraun, weissgrau marmorirt und punktirt, an den jüngsten schön dunkelroth, braun oder dunkelviolet mit feinen weissen Drüsenpunkten. Die Blätter stehen auf kurzen, lang- und feinbehaarten Stielen und sind eiförmig zugespitzt, unten abgerundet oder auch etwas herzförmig eingeschnitten, am Rande scharf und doppelt gesägt, durch die vielen Seitenadern gefaltet und am Rande gewellt. Die im Mai mit dem Ausbruche der Blätter erscheinenden Blüthen gleichen denen der Rothbuche; die Früchte sind Samen mit dreitheiligen lederartig häutigen Schuppen, welche ihnen als Flügel dienen und eine Art von Zapfen bilden.

Die Weissbuche ist durch ganz Europa verbreitet bis zum 57. Grad nördlicher Breite und häufig in Nordamerika, sie liebt einen lockern frischen mit Dammerde gemischten Boden, liebt besonders Gebirgsebenen, passt aber für hohe und rauhe Berge nicht.

Das Holz, mit sehr zahlreichen, oft handhohen Markstrahlen, ist gelblich weiss, im Kern alter Bäume braun gestreift mit etwas dunkler gefärbten, verhältnissmässig dicken und gekrümmten Spiegeln und wenig hervortretenden Jahrringen und zeichnet sich durch Härte, Dichtigkeit, Festigkeit, Elastizität und besonders durch Zähigkeit aus. Es schwindet wenig, reisst nicht und hat überhaupt so viele gute Eigenschaften, dass es ein sehr schätzbares Werkholz ist; im Witterungswechsel hat es keine grosse Dauer und fordert lange Zeit zum Austrocknen.

Im Baufach findet das Holz nur unbedeutende Verwendung, dagegen eignet es sich zu Maschinentheilen wie Schrauben, Walzen, Stampfen, Radzähnen, Hebebäumen etc., auch viele Wagner- und Drechslerarbeiten werden daraus gemacht, häufig auch Axt- und Hammerstiele, Hebel und andere gemeinnützige Gegenstände. Es brennt mit besonders lebhafter und gleichförmiger ruhiger Flamme ohne Geprassel mit sehr wenig Rauch.

4. Die Ulme oder Rüster (Ulmus campestris) erreicht in 70 Jahren eine Höhe von 33 m. bei 60—96 cm. Stärke, welche letztere bis zum hundertsten Jahre zunimmt. An jungen Bäumen ist die Rinde eine hellbraune Korkhaut, die sich bald bei alten Bäumen in eine dicke tiefgefurchte, dunkelbraune, sich nicht abschuppende längsrissige Borke verwandelt; sie hat grosse aber rauh anzufühlende, vorzüglich in den Blattaderwinkeln mit feinen Haaren besetzte dunkelgrüne Blätter, welche eine mehr oder minder eiförmige Gestalt haben, gegen die Basis gewöhnlich ungleich lang zugespitzt und am Rande grob und doppelt sägezähnig sind; sie sitzen an kurzen Stielen und stehen wechselweise und flach ausgebreitet an den Zweigen. Die Blüthen erscheinen schon sehr frühzeitig vor Entwickelung des Laubes in kleinen Büscheln und an den Seiten der Zweige. Die Früchte sind einsamige, mit einer blassgelben Haut umgebene Flügelfrüchte, die im Juni reifen.

Der Aufenthalt dieses Baumes ist ganz Europa. Nach Norden geht er bis zum 63. Grad, wächst am liebsten in etwas feuchten Niederungen, wird

Digitized by Google

häufig an den Rändern der Wälder und einzeln um die Dörfer angetroffen.

Das Ulmenholz, mit sehr zahlreichen 1 mm. hohen Markstrahlen, ist an ältern Bäumen röthlichbraun; im Splint und an jungen Bäumen gelblichweiss, fein- und dichtfasrig mit schmalen Jahrringen, deren innerer Rand etwas heller und weniger dicht, porös, doch ohne grosse Poren ist. Die Spiegel sind sehr klein, daher die Schnittfläche braun punktirt oder gestrichelt aussieht. Ueberhaupt zeichnet sich dieses Holz durch ein geflecktes, geadertes und geflammtes Ansehen aus. Es ist äusserst zähe, hart, schwer spaltbar, bedeutend schwer und gehört zu den vorzüglich dauerhaften Hölzern, welche sich nicht leicht werfen, vom Wurme sehr wenig leiden und den Einflüssen des Witterungswechsels trotzen.

Als Bauholz kann es auf die verschiedenste Weise angewendet werden, vorzüglich da, wo man sehr festes und hartes Holz nothwendig hat. Besonders gute Dienste leistet es beim Wasserbau, da es im Wasser fast unverweslich ist, es kann als Schiffbauholz mit dem Vorzug vor Eichenholz angewendet werden, da es zähe ist und starke Erschütterungen aushält, ohne zu splittern. Es giebt auch vorzüglich gute Mühlwellen, dient gut zu Wasserrädern, Axen, Felgen, Ackergeräthschaften und ist ein vorzügliches Wagnerholz; auch die Tischler verarbeiten es mit Vorliebe, indem es sich spiegelglatt bearbeiten lässt und oft vortreffliche Masern zeigt. Es brennt gut, doch nicht so lebhaft wie Buchenholz und bedarf einiger Zugvermehrung.

Eine Abart ist die Flatterulme (Ulmus effusa), die in der Hauptsache der vorigen sehr ähnlich ist.

Die Esche (Fraxinus excelsior) erreicht in 80 Jahren eine Höhe von 26—33 m. und einen Durchmesser von 60 cm., wird 150—200 Jahre alt und hat alsdann, aber gewöhnlich unten anbrüchig, einen Durchmesser von 0,90—1,5 m. Die Rinde ist an jungen und mittleren Stämmen glatt und schwärzlich grün, aschgrau, an alten Stämmen der Länge nach aufgerissen. Die unpaarig gefiederten, zu 9—13 zusammenstehenden dunkelgrünen Blätter sind lanzettförmig lang zugespitzt, nur gegen die Spitze hin am Rande gezähnt. Die Blüthen, welche an den noch unbelaubten Zweigen gegen Ende April erscheinen, bilden etwas hängende, oft schlaffe Rispen. Die Frucht ist eine länglich lanzettförmige Flügelfrucht, welche gehäuft an langen Stielen hängt, bei der Reife im Oktober bräunlich wird und gegen November abfliegt.

Man trifft die Esche, einen unserer schönsten und elegantesten Bäume, in ganz Europa an und zwar bis zum 62. Grad nördlicher Breite, meist zerstreut oder mit andern Holzarten vermischt; sie liebt einen feuchten, mit viel Dammerde versehenen Boden und wächst im Grunde besser, als auf Bergen.

Das Holz der Esche, mit sehr zahlreichen 0,5 mm. hohen Markstrahlen,

Digitized by Google

ist hart, dauerhaft, sehr zähe, hellgelblich, im Kern fast braun, gegen den Splint weiss, oft schön geadert und geflammt. Es hat weite Jahrringe mit weiten Poren an den innern Rändern, aber kleine, feine und wenig sichtbare Spiegel, lässt sich sehr gut spalten, leicht bearbeiten und reisst nicht leicht. Es besitzt im Wechsel von Nässe und Trockenheit keine vorzügliche Dauer; trocken gehalten, wird es fester und fester und trotzt den Angriffen der Fäulniss vollständig.

Das ungarische Eschenholz zeichnet sich durch ein gemasertes Ansehen aus und kommt von Eschen, die auf sehr steinigem Grund gewachsen sind. Sehr geschätzt ist Eschenmaser.

Es ist als Werkholz sehr gesucht. Man fertigt daraus Wagen, Pflüge, Ruder, Rollen, auch Möbel und musikalische Instrumente. Oft kommt Eschen-Maser in sehr grossen und schönen Stücken vor und giebt schöne Furnire, die sehr geschätzt sind. Eschenholz brennt vorzüglich gut und hell mit lebhafter, anhaltender Flamme, raucht sehr wenig und russt fast gar nicht.

Eine Abart ist die Trauereesche (F. excelsior pendula) mit bis zur Erde herabhängenden Aesten; wird oft auf Gottesäckern angepflanzt.

6. Die gemeine oder schwarze Erle (Alnus glutinosa), ein Baum, der in 40—50 Jahren eine Höhe von 18—21 m. und 45—60 cm. Durchmesser erreicht, aber auch länger wächst und stärker wird, so dass man im fetten Boden gesunde Stämme von 33 m. Höhe und 96 cm. Durchmesser antrifft. Die Rinde der alten Bäume ist tief aufgeborsten, kleinschuppig, schwarzbraun und durch Schorfmoose weisslich gefleckt, die junge Rinde dunkelolivengrün, regelmässig weissdrüsig punktirt und glatt. Die Blätter sind fast rundlich, am Rande mit seicht lappenartigen, der Gestalt und Zahl nach variirenden Zähnen besetzt, auf beiden Seiten glatt, glänzend dunkelgrün; in der Jugend klebrig, unten mit vorstehenden Adern versehen, in deren Winkel feine Haarbüschel stehen; sie sitzen an ebenfalls klebrigen Blattstielen zu 3 und 4. Die Blüthen erscheinen schon im März vor Entwickelung des Laubes, die männlichen Kätzchen als lange walzenförmige Körper, die weiblichen in Form eirunder kleiner röthlicher Knospen. Die Früchte sind kleine rundliche hartschuppige Zapfen zu 3—5 beisammen, die bei dem Wiederblühen abfallen.

Die Erle wächst in ganz Europa, sowie im nördlichen Asien und Afrika, überschreitet aber in den Gebirgen nicht gern die Höhe von 900 m. Sie verlangt zu ihrem Standort viel Wasser, daher sie an Bächen, Flüssen, Teichen, auf nassen Wiesen, an Sümpfen am besten gedeiht.

Das Holz, mit sehr zahlreichen oft handhohen Markstrahlen, ist von ausgewachsenen Bäumen gelbröthlich, ins Braune gehend, junges Holz mehr hell; es ist fein, sehr gleichförmig dichtfasrig, hat wenig vortretende Jahrringe, aber ziemlich grosse, braune Spiegel. Bei der Bearbeitung zeigt es ungemeine Geschmeidigkeit, ist, wenn nicht zu alt, gut spaltbar und wenig

Digitized by Google

elastisch. Es ist weich, leicht und bewährt in der Luft geringe Dauer, aber zeigt sich ausserordentlich beständig im feuchten Boden oder im Wasser.

Anwendung findet es am besten zu Grund-, Mühlen- und Wasserbauten, zum Ausbohlen von Viehställen und Miststätten, zu Wassertrögen und Brunnenröhren. Auch als Werk- und Nutzholz schätzt es der Tischler und Drechsler und wird ihm häufig durch Poliren das Ansehen von Mahagoniholz gegeben; auch zu Furniren wird es geschnitten. Erlenmaser ist sehr geschätzt und dient häufig zu eingelegten Arbeiten.

Erlenholz brennt nur bei gehörigem Luftzutritt mit Lebhaftigkeit, sonst aber nur träge; es raucht nicht viel, setzt aber eine Art Glanzruss ab.

Eine Abart ist die graue oder weisse Erle (A. incana), sie findet sich hauptsächlich in den sandigen Gegenden von Schweden, Lappland, Preussen etc. und liefert ein noch besseres Holz, als die schwarze Erle.

7. Der Ahorn (Acer). Die vornehmlich durch die Form der Blätter sich unterscheidenden Abarten, deren man einige 30 zählt, sind fast in allen Welttheilen vom 35. bis 60. Grad nördlicher Breite einheimisch, nicht in grossen bedrängten Massen, sondern meist einzeln unter andern Baumarten wachsend. Die wichtigsten sind:

a) Der weisse oder gemeine Ahorn (A. pseudoplatanus), findet sich überall in Deutschlands Wäldern bald als 33 m. hoher Baum, bald als Strauch, hat ziemlich grosse fünflappige, oben dunkelgrüne, unten weisslichgrüne Blätter, die Lappen scharf eingeschnitten und spitzig, die Ränder ungleich sägezähnig. Die grünlichgelben Blüthen erscheinen im Mai und bilden kleine hängende Trauben an ziemlich langen Stielen. Die im September reifenden Samen sind mit breit lanzettförmigen grossen Flügeln versehen, welche zu zwei aufrecht beisammen stehen und bei der Reife von Farbe bräunlich gelb sind. Die Rinde ist glatt grünlich braun.

Auf Kalk- und Basaltboden erreicht er in 80—100 Jahren die Grenze seines Wachsthums, doch wird er weit älter, 300 und mehr Jahre. Er liebt einen kühlen, luftigen Standort auf nassem Boden, sowie auf Berggipfeln; wo Eichen und Buchen nicht mehr gedeihen, entwickelt er sich weniger vollkommen.

Das Holz, mit 1 mm. hohen Markstrahlen, ist sehr schön weiss mit zahlreichen bräunlichen Spiegelfasern, wodurch es ein oft sehr auffallendes gewässertes, seidenartig glänzendes Ansehen bekommt. Auch ist es oft schön geflammt, geadert oder marmorirt, was hauptsächlich nach der Bearbeitung hervortritt. Es zeichnet sich durch feine, gleichförmig dichte Fasern, viele Härte, Festigkeit, Zähigkeit und ziemliche Schwere aus. Man kann es mit dem Hobel spiegelglatt bearbeiten und sehr schön poliren. Es unterliegt dem Werfen und dem Springen nur in geringem Grade und hat im Trocknen grosse Dauer, dagegen ist es im Witterungswechsel nicht beständig, aber dem Wurmfrasse leicht unterworfen.

Digitized by Google

Es findet dies Holz zu grösseren Bauarbeiten wenig Anwendung, weil es zu Tischler-, Drechsler- und andern Arbeiten sehr gesucht und geschätzt wird. Es leistet auch vorzügliche Dienste zu Maschinentheilen, dient auch zu Formschneide- und Bildhauerarbeiten, musikalischen Instrumenten und nimmt dabei eine ganz vortreffliche Politur an; brennt ungemein gut, lebhaft und still.

b) Der Feldahorn (A. campestre), kommt in Laubwaldungen als Baum und als Strauch vor und zwar in ganz Europa von Konstantinopel bis Schweden und Edinburg. Das harte zähe Holz wird zu Drechslerarbeiten, das gemaserte zu Flintenschäften, Pfeifenköpfen, Dosen etc. benutzt.-

c) Der Spitzahorn (A. platanoides). Die Blätter sind grösser wie beim gemeinen Ahorn, auch zarter, die 5—7 Lappen mehr gespitzt, tiefer eingeschnitten und schärfer gezähnt, sie stehen paarweise auf langen Stielen und geben abgerissen einen weissen Saft von sich.

Das Holz ist weisser, dichter, härter, zäher, aber nicht so fein, als das vom gemeinen Ahorn.

8. Die Birke (Betula) kommt fast in allen Gegenden der Erde vor; von den 36 Arten, die es giebt, erwähnen wir hier nur:

a) Die gemeine Birke (B. alba), wächst auf einem ihr angemessenen Boden 13,0—24,0 m. hoch und erlangt diese Höhe schon im 60. Jahre, wobei sie gegen 0,60 m. dick wird. Der runde weisse, ziemlich gerade Stamm ist mit einer graubraunen Rinde bedeckt, welche in der Jugend des Baumes sehr glatt, im Alter stark aufgerissen und mit einem fast silberweissen Oberhäutchen bedeckt ist; die Blättchen sind dreieckig zugespitzt, mit gross- und doppelzähnigem Rande versehen, glatt und hellgrün, und befinden sich gegenüber stehend an langen Stielen und langen, hängenden Zweigen. Die männlichen Kätzchen erscheinen im Mai paarweise beisammen, als walzenförmig längliche, hängende Körper, die weiblichen einzeln und aufgerichtet. Die Frucht ist ein geflügelter Same.

Der Aufenthaltsort der Birke ist das mittlere und nördliche Europa. Sie geht sehr weit nach Norden, weiter als irgend ein anderes Laubholz, ist auch auf Höhen zu 1800 m. noch anzutreffen und begnügt sich selbst mit sandigem etwas lehmigen Boden.

Das Holz, mit zahlreichen 0,5 mm. hohen Markstrahlen, ist schön weiss, älteres häufig gegen den Kern hin röthlich, feinfaserig mit breiten Jahrringen, aber sehr feinen Spiegeln, ziemlich hart und schwer, ungemein zähe und gut spaltbar. Es ist dem Wurmfrasse sehr ausgesetzt und im Freien gar nicht dauerhaft, indem es die Nässe gerne einsaugt und behält, dann quillt, sich gerne wirft und bald fault.

Es wird das Holz der Birke nur da, wo es im Ueberfluss vorhanden ist, zum Häuserbau (Sparrgebälk) benutzt, als Werkholz wird es vielfach wegen seiner Härte und Schwere geschätzt und von Wagnern, Drechslern,

Digitized by Google

auch von Tischlern verarbeitet; geschätzt sind besonders auch die Masern, woraus Pfeifenköpfe, Dosen, Schalen, Löffel etc. verfertigt werden. Birkenreiser werden zum Besenbinden, der Russ des verbrannten Holzes zu Buchdruckerschwärze verwendet. Aus den Blättern wird eine gelbe Farbe, das Schüttgelb bereitet; so liefert ferner die Birke das zuckerhaltige Birkenwasser, das Birkenöl, den Birkentheer und Gerberlohe. Es giebt somit keinen Theil der Birke, der nicht in irgend einer Weise verwerthet und benutzt werden könnte, und zwar von der Wurzel bis zum Wipfel, was bei keinem andern Baum der Fall sein möchte. Birkenholz brennt mit grosser, ausnehmend lebhafter aber stiller Flamme, raucht auch sehr wenig.

b) Die Riechbirke, Moschusbirke (B. pubescens). Die kurzgestielten Blätter sind grösser, mehr eirund und dreikantig, in der Jugend in den Nervenwinkeln behaart, immer klebrig mit angenehm balsamischen Geruch, auf der Oberfläche glänzend grau, auf der Unterfläche gelbgrün.

c) Die Pappelbirke (B. populifolia) und d) die Zuckerbirke (B. excelsa), haben beide Amerika zum Vaterlande und liefern beide ein vorzüglich schönes Holz, das bedeutend höher als unser gewöhnliches Birkenholz geschätzt wird.

9. Die Linde (Tilia). In Deutschland kommen zwei hinsichtlich ihres Wuchses übereinstimmende Arten vor:

a) Die kleinblättrige Linde, Winterlinde, Steinlinde, Berglinde (T. parvifolia), mit kleineren, schief-rundlich-herzförmigen, zugespitzten, beiderseits kahlen, nur in den Achseln der Adern gebarteten, unterseits meergrünen Blättern, 5—7 blüthigen Trugdolden und undeutlich 4 bis 5kantigen Nüssen mit dünner zerbrechlicher Fruchthülle und

b) Die grossblättrige Linde, Sommerlinde, Wasserlinde (T. europaea), mit grösseren, ebenfalls schief-rundlich-herzförmigen zugespitzten, in den Adern gebarteten, aber unterseits kurzhaarigen und hellgrünen Blättern, meistens nur 2 — 3 blüthigen Trugdolden, aufrechtstehenden Narbenlappen und deutlich fünfrippigen Nüssen mit dicker Fruchthülle. Jene findet sich in Gebirgsländern durch ganz Europa bis weit nach Norden, sowie auch im nördlichen Asien, diese mehr in den Wäldern des mittleren und südlichen Europa's, weiter nördlich nur noch angepflanzt.

Die Linde wetteifert mit der Eiche an Alter und Stärke, ja sie erscheint in einem noch weit grösseren Umfang und dauert selbst mit ausgehöhltem Stamme noch mehrere hundert Jahre an. Die Periode ihres Wachsthums in die Höhe währt gewöhnlich 100 Jahre, in die Dicke aber 500—1000 Jahre.

Sie gedeiht besser in Ebenen, wie auf Bergen, am besten in frischem, mehr feuchtem als trockenem Boden. Die mächtigsten Linden sind unter andern die Nürnberger Linde, welche 13,5 m. im Umfange und 18,0 m. Höhe hat; berühmt ist auch die Linde zu Neustadt am Kocher im Wür-

Digitized by Google

tembergischen, deren Alter wie bei der Nürnberger auf 1000 Jahr berechnet wird. Sie hatte bereits 1541 ihre jetzige Grösse erreicht. Ein vom Winde abgebrochener Ast gab 7 Klafter Holz.

Das Lindenholz, mit zahlreichen 5 mm. hohen Markstrahlen ist schön weiss, fein, gleichförmig, dichtfaserig, mit wenig bemerkbaren Jahrringen und Spiegeln, weich, sehr geschmeidig und leicht. Es wirft sich nicht leicht, lässt sich sehr glatt bearbeiten, vorzüglich gut schneiden, ist aber sehr dem Wurmfrasse unterworfen und im Freien ohne Dauer. Das Winterlindenholz ist weniger weiss, etwas grobfaseriger, fester, zäher und schwerer.

Wegen seiner grossen Weichheit und dem Mangel an Dauer eignet sich Lindenholz wenig zum Hochbau, es wird aber vorzugsweise zu Bildhauer- und Modellirarbeiten verwendet und ist eigentlich die einzige Holzart, die sich den künstlerischen Bedürfnissen anschliesst; die Figuren, die unsere Kirchen schmücken, sind von alters her fast ausschliesslich in Lindenholz geschnitzt, Chorstühle, Orgelkästen in reichster Ornamentirung ebenfalls. Alle Formschnitzer wählen dies Holz zu den unzähligen Modellen, die zum Guss oder zu andern Zwecken angefertigt werden. Lindenholz brennt mit lebhafter nicht prasselnder Flamme und benöthigt keines besonderen Zuges.

Unsere Vorfahren hielten die Linde für heilig!

10. Die Pappel (Populus). Diese Gattung enthält meist grosse und hohe Bäume in Europa, Nordasien und Nordamerika, mit langgestielten Blättern und in Kätzchen stehenden Blüthen.

a) Die Silberpappel, Weisspappel, Albernbaum (P. alba) ist ein Baum von 18,0 m. Höhe mit weisslichgrauer, anfangs glatter, erst im späteren Alter rissiger Rinde und ausgebreitetem Wipfel, langgestielten, rundlich-eirunden, winkelig gezähnten, unterseits wie die Blattstiele und jüngern Zweige schneeweiss-filzigen Blättern und kurzen, dicken, nickenden Blüthenkätzchen mit rostbräunlichen, spärlich bewimperten Deckschuppen, und wächst in feuchten Wäldern, am Ufer der Flüsse und stehender Gewässer im mittleren und südlichen Europa.

b) Die Zitterpappel, Espe, Aspe (P. tremula) hat fast kreisrunde, gezähnte, auf beiden Seiten wie die Zweige kahle oder wenigstens kahlwerdende Blätter, und fingerig-eingeschnittene, dicht-zottig gewimperte Kätzchenschuppen.

Die Espe ist nördlich bis zum 20. Breitegrad, südlich bis in die Küstenländer des mittelländischen Meeres verbreitet, in einer Höhe von 600 m. wird sie strauchartig, sonst wächst sie, mit fast jedem Boden vorlieb nehmend, 15,0—18,0 m. hoch, wozu sie ein ungefähres Alter von 60 Jahren braucht.

c) Die italienische Pappel, Pyramidenpappel (P. italica) ist ein 18,0—30 m. hoher, oft 0,90—1,2 m. dicker Baum mit fast aufrecht-

Digitized by Google

stehenden, angedrückten Aesten, hat rautenförmig zugespitzte, hackig-gesägte, beiderseits kahle Blätter und walzige, lockere, gekrümmte Blüthenkätzchen mit rostbraunen Deckschuppen; sie wurde aus dem Orient nach Italien versetzt und von dort in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts nach Deutschland, wo sie förmlich Modebaum wurde.

d) Die Schwarzpappel (P. nigra), ein 15,0—24,0 m. hoher Baum mit fast dreieckigen, wechselweise glatten Blättern, welche eine lange zahnlose Spitze haben, am Rande stumpfzähnig sind und sich an langen gedrückten Stielen befinden. Sie wächst an feuchten Orten an den Ufern von Flüssen und Seen in dem grössten Theil von Europa; jedoch ist sie nicht überall gemein.

e) Die Balsampappel, Balsamespe (P. balsamifera) hat ihre eigentliche Heimath in Nordamerika, kommt aber in Europa gut fort; die Blätter haben einen starken balsamischen Geruch.

Das Holz von allen diesen Pappelarten, mit meist zahlreichen 0,5 mm. hohen Markstrahlen, ist weiss, oft gelblich, geflammt oder geadert bei der Weisspappel, nicht selten ins Bräunliche spielend bei der Zitterpappel, hat grobe Jahrringe, ist weich und leicht. Besonders weich und porös, dabei brüchig, fast schwammig ist das Holz der Schwarzpappel, daher schlecht zu bearbeiten, doch dem Werfen und Springen wenig unterworfen. Zäher, gut spaltbar und überhaupt besser ist das Weisspappelholz. Eine viel dichtere, gleichförmige Struktur, grosse Zähigkeit, Federkraft, Festigkeit und Spaltbarkeit zeigt das Espenholz, auch hat es mehr Härte als Lindenholz und lässt sich eben so gut bearbeiten. Es wirft sich auch wenig, dauert jedoch im Freien nicht.

Weisspappelholz wird von Tischlern, Drechslern und Holzschnitzern verarbeitet, Espenholz giebt schöne Fussböden und Vertäfelungen und wird zu Parquetböden und Tischplatten gern benützt. Das Reisig und Astwerk aller Pappeln giebt zu Faschinen ein ganz gutes Material.

Das Holz der Espe bildet das beliebteste Material zur Herstellung des Holzstoffes für die Papierfabrikation.

Das Holz der Schwarzpappel brennt träg und trübe und bedarf vielen Zug. Das Holz der Zitterpappel dagegen brennt schnell und heftig, neigt aber etwas zum Auslöschen und bedarf daher einen starken Zug. In Russland sollen die Züge der Oefen von Zeit zu Zeit durch Espenholz, welches den Russ verzehrt, gereinigt werden.

11. Die Weide (Salix). Unter den vielen Arten dieser Gattung liefern einige nur brauchbares Holz, dagegen fast alle sehr brauchbare Schüsslinge zum Faschinenbau sowie zur Flechtarbeit.

a) Die weisse oder Silberweide (S. alba) wird 18,0—24,0 m. hoch bei 0,90—1,2 m. Durchmesser, vollendet ihren Wuchs in 40—50 Jahren und bleibt 70—80 Jahre gesund.

Die Rinde ist bei alten Bäumen längsrissig gelblichgrau, am jüngern

Digitized by Google

Holz braungrau, an älteren Stämmen graugrün. Die Blätter erscheinen im April und sind bei 12 cm. Länge höchstens 1,5 cm. breit, schmal, lanzettförmig, gezähnelt, seidenglänzend oben blaugrün, unten gelblich mit weisslichem Schimmer. Die Blüthen erscheinen als Blüthenkätzchen im Mai, sitzen an zolllangen filzigen Stielen und sind von angenehmem Geruch.

Sie ist in ganz Europa verbreitet, besonders an Bächen, Sümpfen und Flüssen wachsend, liebt sie jeden Boden, der hinreichende Feuchtigkeit besitzt.

Das Holz, mit sehr zahlreichen 5 mm. hohen Markflecken ist gelblichweiss, gegen den Kern hin schmutzig gelbroth, am Spint weiss, ziemlich grobfaserig glänzend, weich, das junge Holz sehr elastisch; von keiner grossen Dauer und dem Wurmfrass stark unterworfen.

Als Werkholz wird es selten angewendet, die jungen Triebe werden zu Fassreifen und zum Faschinenbau benutzt. Weidenholz brennt mit träger zugbedürftiger Flamme und prasselt und knallt zuweilen sehr heftig.

b) Die Sohl- oder Saalweide (S. caprea) erreicht als Grossstrauch oder Baum eine Höhe von 6,0—12,0 m.; die Rinde bei alten Bäumen ist breitaufgerissen hellgrau, an älteren Aesten fein aufgerissen grünlichgrau. Die Blätter sind oval runzelig 6—18 cm. lang; die Blüthenkätzchen sind walzig von 3 cm. Länge.

Holz und Verwendung desselben wie bei der Silberweide.

c) Die Korbweide (S. viminalis) mit linien-lanzettförmigen, 15 bis 18 cm. langen Blättern, am Rande kaum merklich gezähnt, unten mit weissen seidenartigen Haaren besetzt; die junge Rinde ist grau und haarig; das Holz zähe und weich.

d) Die gelbe Bandweide (S. vitelina), auch Dotterweide genannt, hat schmale lanzettförmige, fein zugespitzte, am Rande gegen die Spitze feindrüsige, sägezähnige Blätter. Die Rinde an den Zweigen ist schön gelb.

e) Die Werftweide (S. acuminata) mit oval zugespitzten, gegen den Stiel verschmälerten, am Rande gefranzten Blättern.

Die Mandelweide (S. amygdalina) mit grossen breit oval zugespitzten starkadrigen und feingezackten Blättern, welche oben dunkelgrün, unten weiss sind.

g) Die Lorbeerweide (S. pentandra) mit elliptischen, glatten und glänzenden, am Rande knorpelig sägezähnigen Blättern.

Alle diese Weiden lassen sich durch Steckreiser leicht vermehren und sind daher, da sie als Faschinen leicht aufs neue Wurzel fassen und fortwachsen, in doppelter Eigenschaft thätig, die Ufer zu wahren. Sonst hat das Weidenholz geringen Werth, und da die Zweige den Hauptnutzen gewähren, sind diejenigen Arten die brauchbarsten, welche am meisten in Zweige schiessen, weshalb das Köpfen der Weiden so üblich geworden ist.

Digitized by Google

12. Der Nussbaum (Juglans regia) wächst 21,0—24,0 selbst bis zu 36,0 m. hoch, wird ungemein dick und erreicht ein Alter weit über 200 Jahre; seine Rinde ist an alten Stämmen bräunlichweiss und rauh; er hat grosse hellgrüne, ungepaart gefiederte Blätter, die 5, 7 bis 9 an Zahl länglich eiförmig, zugespitzt, nur an der Basis ungleich gezähnt, glatt und wohlriechend sind. Im Monate Mai erscheinen die länglichen Kätzchen als lange, grünliche, walzenförmige Körper an der Seite der vorjährigen Triebe, die weiblichen an den Spitzen der jungen diesjährigen Triebe in kleinen röthlichen Knäueln; die Steinfrucht ist unsere bekannte Wallnuss.

Der Baum stammt aus Persien und kommt gegenwärtig vorherrschend im südlichen Europa vor, geht jedoch bei mildem Klima bis zum 52. Grad nördlicher Breite und wird auch auf Höhen von 600 m. noch angetroffen.

Er liebt einen nicht zu festen, frischen tiefgründigen Boden.

Das Holz ist von ausgewachsenen Stämmen bräunlich bis dunkelbraun, von jungen Stämmen röthlichgelb bis weiss, fein und dichtfaserig, die Fasern aber nur kurz. Es hat ähnliche Poren wie Eichenholz, die aber verlängert und viel feiner sind, kaum bemerkbare Spiegel und ist schön geflammt, gewässert und gemasert; es ist sehr fest, schwer, ausserordentlich dauerhaft, und eine unserer schönsten und sehr geschätzten Holzarten.

In der Schweiz trifft man in manchen Kirchen uralte Dachstühle von Nussbaumholz vollständig erhalten an; bei uns kommt es, seiner Kostbarkeit wegen, meist nur als Furnire zu Möbeln und Täfelwerk in Anwendung; da es sich übrigens sehr schön schneiden lässt, benützen es auch die Bildhauer, Ornamentschnitzer und Drechsler; für den Maschinenbau ist es gleichfalls ein wünschenswerthes Material.

13. Der gemeine Kastanienbaum (Castanea vesca), ein schon im 60. Jahre nutzbarer Baum, wo er nicht selten eine Höhe von 18,0 bis 21,0 m. und eine Stärke von 0,30 m. Durchmesser erreicht hat, dabei wächst er wohl hunderte von Jahren fort und erreicht bei passendem Boden eine ausserordentliche Grösse und Stärke; der berühmte Kastanienbaum (Castagno die cente cavalli) misst mit seinen Stammtheilen 60,0 m. im Umfang. Die Rinde ist im Alter schwarzbraun, streifenförmig aufgerissen, an den Streifen weisslich, die junge Rinde braunroth weissgefleckt, der Rothbuchenrinde ähnlich. Die 15—24 cm. langen, länglich breit-lanzettförmigen Blätter haben einen tief- und scharf sägezähnigen Rand, dunkelgrüne Farbe, sind glatt und glänzend und stehen wechselweise an den Zweigen. Die männlichen Kätzchen entspringen im Mai aus den Winkeln der Blätter in langen walzenförmigen Körpern, die weiblichen am Grunde der männlichen in 1,5 cm. langen, runden Knospen; die Frucht ist eine 4klappige falsche Kapsel, mit 2—3 lederfarbigen Nüssen (Kastanien), die im Oktober reifen.

Digitized by Google

Der Kastanienbaum scheint aus dem mittleren Asien zu stammen; in Portugal, Spanien, Frankreich, Italien, Griechenland und Süd-Ungarn bildet er ganze Waldungen, in der Schweiz gedeiht er besonders in den Kantonen Tessin und Wallis, in Deutschland an der Bergstrasse, in Rheinbayern und hier und da in Franken. Ein feiner, aus Sand, Lehm und Dammerde bestehender Boden ist ihm am zuträglichsten, doch nimmt er auch mit anderm gemischten Erdreiche fürlieb, wenn es nur nicht zu feucht oder zu trocken ist.

Das Holz, mit sehr zahlreichen 0,5 mm. hohen Markstrahlen, ist schön weiss oder hellbraun, sehr feinfaserig, ungemein geschmeidig, weich und leicht und wird für äusserst dauerhaft gehalten.

In Frankreich und England dient es dem Land- und Schiffsbaue; auch benutzt man es gern zu Tischler- und Drechslerarbeiten; in Weingegenden werden Weinfässer aus diesem Holz gemacht; das Wurzelholz giebt sehr geschätzte Masern.

14. Die wilde Kastanie, Rosskastanie (Aesculus hippokastanum) erreicht schnell eine Höhe von 18,0—24,0 m. bei 0,60—0,90 m. starkem Durchmesser, hat rissige braungraue Rinde. Die grossen Blätter stehen 5—7fingerig an langen runden Stielen, die Blättchen keilförmig, kurz zugespitzt, gezähnt. Die Blüthen bestehen aus pyramidalen Sträussen, die Frucht befindet sich zu mehreren in einer stacheligen Kapsel und ist glänzend braun, ungeniessbar, aber den echten Kastanien ähnlich.

Der Baum ist, obwohl er aus Asien erst im Jahre 1576 nach Europa kam, bei uns überall verbreitet und liebt frischen, nahrhaften Boden.

Das Holz mit seinen 0,5 mm. hohen Markstrahlen ist gelblichweiss, auch röthlich, etwas grobfaserig, weich, fast schwammig und leicht, dann von geringer Dauer, indem es leicht fault. Es wird nicht besonders geschätzt, nur selten zu geringen Tischler-, Bildhauer- und Schäffler-Arbeiten benutzt.

15. Die abendländische Plantane (Platanus occidentalis) erreicht 21,0—24,0 m. Höhe und 2,4—3,0 m. Stammdurchmesser. Die alte Rinde ist hell aschgrau oder olivenbraun und blättert sich schuppenförmig ab, worauf eine neue gelbbraune erzeugt wird; die Rinde an jungen Zweigen ist aschgrau oder olivengrün mit vielen weisslichen, warzigen Querpunkten besetzt. Die schönen, wechselweise auf langem Stiel stehenden Blätter sind gross, wohl 0,30 m. lang und breit, oben dunkelgrün, unten mattgrün und mit einem weisslichen Filz überzogen, der sich auch über die Blattstiele und jungen Triebe verbreitet; sie sind am Grunde herzförmig oder keilig, 5lappig, nicht tief eingeschnitten, buchtig und scharf gezähnelt. Die Blüthen erscheinen im Mai und Juni; nach der Befruchtung schwellen die an langen Stielen hängenden Köpfe an und werden mit der Reife im Spätherbst braun. Die länglichen aber zugespitzten Samen, welche am Grunde lange Haare haben, fallen erst in der Mitte des folgenden Aprils ab.

Digitized by Google

Das eigentliche Vaterland dieses Baumes ist Nordamerika, doch findet sich derselbe häufig in Europa; er liebt einen frischen, feuchten Boden.

Das Holz, mit sehr zahlreichen 0,2 mm. hohen Markstrahlen, ist weiss und fest mit schönen Spiegeln und gleicht dem Ahornholze, ist aber elastischer wie dieses. Es eignet sich zum Bauen im Trocknen und liefert ein schönes Werkholz für Tischler und Drechsler.

16. Der Kirschbaum (Prunus cerasus). Von den zahlreichen Arten werden hier nur die vorgeführt, die ein für die Technik brauchbares Holz haben:

a) die Mahalebkirsche, Steinweichsel (P. mahaleb) wächst gewöhnlich nur 1,8—2,4 m. hoch, kann aber durch Kultur eine Höhe von 9,0—12,0 m. erhalten; sie hat eiförmig feinsägezähnige, am Rande drüsige Blätter, weisse, bis zu 10 gestielten Doldentrauben vereinigte Blüthen, rundlich ovale, schwärzliche, erbsengrosse Früchte und kommt in den gebirgigen Gegenden Süddeutschlands und der Schweiz vor.

b) Der Sauerkirschbaum, Weichselbaum (P. cerasus) hat oval-lanzettförmige, glatte, flache, etwas lederartig, drüsig-gezähnte, zugespitzte Blätter, einzelne Dolden mit kleinen Blättern, weisse Blüthen und runde Früchte mit rothem, färbenden sauren Saft. Der Baum wird nicht viel höher als 6,0—7,2 m., der Stamm hat oft 0,30 m. Durchmesser.

c) Der Vogelkirschbaum (P. avium) ist ein grosser, in guten Lagen 18,0 m. hoher, 0,90 m. im Durchmesser starker Baum, der 60 bis 70 Jahre gesund bleibt, hat oval-lanzettförmige, drüsig-gezähnte, etwas runzelige, unten flaumige Blätter, weisse Blüthen in sitzenden, aus den zweijährigen Trieben kommenden Dolden. Die Früchte sind schwarz von Grösse der Erbsen. Der Baum gehört den Wäldern von fast ganz Europa an, kommt beinah in jedem nicht zu feuchten Boden fort und liebt einen freien Standpunkt in Schlag- und Buschhölzern.

Das röthliche, sehr wohlriechende Holz der Mahalebkirsche mit sehr zahlreichen 0,2 mm. hohen Markstrahlen, ist sehr hart, nimmt eine schöne Politur an und wird zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten verwendet; die jungen dünnen Stämme liefern die geschätzten Pfeifenrohre; die echten Weichselrohre kommen vom Sauerkirschbaum, der ein röthlich-braunes Holz besitzt, das sich durch Härte, Feinheit und schöne Farbe ausgezeichnet und gleichfalls wie das erstere als Werkholz geschätzt ist. Die geraden Stämme der Vogelkirsche werden gleichfalls von Tischlern, Drechslern und Instrumentenmachern sehr gesucht; das Holz, mit zahlreichen 0,1 mm. hohen Markstrahlen, ist gelb oder gelbroth, gestreift, geflammt, mit zahlreichen Markstrahlen und deutlichen Jahrringen, grob aber glänzend, ziemlich hart, schwer spaltbar, lässt sich aber leicht bearbeiten und durch Beitzen dem Mahagoni ähnlich machen.

17. Der Pflaumen- oder Zwetschenbaum (P. domestica), wird selten höher als 7,5 m. und hat lanzettförmige, stumpf-sägezähnige Blätter,

Digitized by Google

welche oben furchig, unten mit starken, weissbehaarten Adern versehen, mattgrün und kurzgestielt sind. Die Blüthen befinden sich einzeln oder nur zu 2—3 beisammen an den Seiten der Zweige.

Man findet ihn im gemässigten Europa, namentlich in Deutschland, daselbst auch wildwachsend noch auf Höhen von 900 m.

Das Holz, mit zahlreichen 0,2 mm. hohen Markstrahlen, welches sehr hart und von braunrother Farbe ist, wird von den Drechslern zu feinen Arbeiten und von den Tischlern zu Möbeln sehr gesucht und ist noch theurer als das Kirschbaumholz.

18. Der gemeine Birnbaum (Pyrus communis) erreicht in 70 bis 80 Jahren eine Höhe von 18,0 m. bei 0,60 m. Stammdurchmesser und wird 100—150 Jahre alt. Seine Blätter sind eiförmig zugespitzt, sägezähnig, die Blüthen stehen in langgestielten Doldentrauben an den Spitzen der Zweige. Man findet ihn in den Ländern Europa's, namentlich auch in Deutschland häufiger in Vorhölzern oder Feldgebüschen wildwachsend, und ist er auf Bergen noch in Höhen von 1200 m. anzutreffen.

Als Abarten sind hier noch aufzuführen: der Holzbirnbaum (P. pynaster) und der Felsenbirnbaum oder Mispel (P. amelanchier).

Das Holz, mit zahlreichen 0,2 mm. hohen Markstrahlen, ist in der Jugend weisslich und spröde, ausgewaschen aber rothgelb auch rothbraun, kurz-feinfaserig, oft geflammt, zähe, hart, schwer und glatt; es nimmt schöne schwarze Beize an und wird dadurch dem Ebenholze sehr ähnlich; dem Wechsel von Nässe und Trockenheit kann es nur wenig widerstehen, auch wird es vielfach vom Wurm angegriffen.

Birnbaumholz verwendet man vorzugsweise zu physikalischen Instrumenten, Modellen, Druckformen, auch zu Stampfen in Pochwerken, Radkämmen und wird es von Tischlern und Drechslern sehr hoch geschätzt.

19. Der Apfelbaum (Pyrus malus) erreicht selten eine Höhe von 12,0 m., und ebenso selten bringt er sein Alter auf 100 Jahre. Die Blätter sind eirundlich, stumpfgesägt, kurzgespitzt, kahl oder unterseits filzig; die Blüthen lang gestielt, in einfachen doldenähnlichen Schirmtrauben stehend.

Man findet ihn durch ganz Europa, auf Höhen bis gegen 900 m. und häufig in den Wäldern wild wachsend.

Das Holz, mit zahlreichen 0,5 mm. hohen Markstrahlen ist schön bräunlich, dunkler als das vom Birnbaum, aber ebenso fein und dicht, nur noch härter und schwerer; ferner sehr glatt zu bearbeiten, schwer spaltbar und vorzüglich politurfähig.

Die Tischler, Schnitzer und Drechsler verarbeiten das Holz mit grosser Vorliebe und schätzen es auch seiner Dauerhaftigkeit wegen sehr hoch.

Digitized by Google

Verschiedene Straucharten

liefern brauchbares Holz, das zwar nicht im Grossen verarbeitet wird, aber doch sehr schätzbar zu feinen Kunstarbeiten, eingelegten Gegenständen etc. ist, auch kann es trefflich zu Maschinentheilen verwendet werden, hierher gehören:

1. Mehlbeerbaumholz (von Pyrus aria). Gelblichweiss, nach dem Kern zu bräunlich, flammig, fein und langfaserig, sehr fest und zähe.

2. Elsebeerbaumholz (von Pyrus torminalis). Jung gelblich; älter röthlich bis rothbraun ist es geflammt, geadert, fein und gleichförmig dicht, hart, fest, dauerhaft; wirft sich nicht leicht und nimmt schöne Politur an.

3. Bohnenbaumholz (von Cytisus alpinus und laburnum). Gelblichbraun, sehr fein und dicht, schwer und sehr fest.

4. Stechpalmenholz (von Ilex aquifolium). Gelblichweiss, ungemein hart, dicht und zähe.

5. Spindelbaumholz (Evonymus europaeus). Schön gelb, wie Buchs, sehr fein, zähe, leicht spaltbar, weniger spröde als Buchs, reisst und springt nicht leicht.

6. Buchsbaum (von Buxus sempervirens). Schön gelb, fein, dicht, sehr schwer, fest, dauerhaft, schön politurfähig, dient viel der Xylographie.

7. Akazienholz (von Robinia pseudoacatia), schön gelb, hin und wieder mit rothen Adern, ungemein fest und zähe, und unter allen Umständen von grösster Dauer.

8. Mispelbaumholz (von Mispilus germanica). Weissgelblich, nahehin bräunlich, lang- und feinfaserig, dicht, hart und fest. Zu benützen wie Birnbaumholz.

9. Kornelkirschenbaumholz (von Cornus mascula). Gelbweiss oder bräunlich, im Kerne schön braunroth, ungemein dicht, fein, schwer, hart und sehr fest.

10. Vogelbeer- oder Ebereschenholz (von Sorbus aucuparia). Röthlichweiss, im Kern rothbraun, gegen die Mitte des Stammes oft dunkel geflammt, fein, ziemlich hart, schwer, zähe, sehr politurfähig und gut zu bearbeiten; im Freien und feucht von geringer Dauer.

11. Hollunderholz (von Sambucus nigra). Schön gelb, fein, dicht, ziemlich hart, zähe und fest. Die Wurzel liefert schöne Masern.

12. Fliederholz (Siringa vulgaris). Gelblich oder graulichweiss, von alten Stämmen roth geflammt, fein, dicht, hart und zähe.

13. Kreuz- oder Wegdornholz (von Rhamnus catharticus). Junges Holz weiss, älteres gelblich, im Kerne schön röthlich, fein, dicht, ungemein hart, zähe und fest, die Wurzel schön gemasert. Sehr dauerhaft.

14. Pulverholz, Faulbaumholz (von Rhamnus frangula). Kern

Digitized by Google

schön gelbroth, in hellgelben Splint übergehend, grobfaserig, aber fest und ziemlich glänzend.

15. Weissdornholz (von Crataejus oxyacantha). Schön weiss, ausserordentlich fein, dicht, sehr schwer, hart und zähe; eines der festesten Hölzer, welches zu Maschinentheilen besonders gute Dienste leistet.

16. Berberis- oder Sauerdornholz (von Berberis vulgaris). Schöngelb, fein, hart und fest.

17. Hartringelholz (von Cornus sanguinea). Kern fleischroth, Splint grünlichgelb, sehr schwer und fest.

18. Ligusterholz (von Ligustrum vulgare). Weisslich, im Kern violettbraun, ungemein hart und zähe.

19. Pimpernussholz (von Staphylea pinnata). Gelblich oder grünlichweiss, hart und fest.

20. Schlehdornholz (von Prunus spinosa). Röthlich mit rothschwarz-braunem Kern; ist sehr fest.

21. Haselnussholz (von Corylus avellana). Lichtröthlich, weiss, sehr zähe und fest, aber von äusserst geringer Dauer.

Bei den Nadelhölzern sind einige aussereuropäische Arten beschrieben worden, ein Gleiches soll hier geschehen mit den bei uns am meisten bekannten **aussereuropäischen Laubholzarten:**

1. Mahagoniholz, dieses bekannte vortreffliche Holz, welches zu uns aus Amerika in grossen, oft gegen 8,8 m. breiten, dicken Bohlen in den Handel kommt, stammt von dem Mahagonibaum (Swietenia Mahagoni). Er wächst zu einer sehr ansehnlichen Höhe bei ausserordentlichem Umfange, so dass er zu den grössten Bäumen, welche die Natur geschaffen hat, gehört; seine Blätter sind gefiedert und bestehen fast immer aus vier Paar eilanzettförmigen kleinen Blättchen; seine Blüthen bilden Rispen, welche aus den Blattwinkeln kommen.

Seine Heimath ist Westindien und mehrere Länder des südamerikanischen Kontinentes, namentlich Brasilien.

Das Mahagoniholz hat eine braunrothe, bald hellere, bald dunklere Farbe, besonders dunkel gefärbt erscheint es von alten Bäumen, ist durchgängig schön gewässert, auch wohl marmorirt, seltener jedoch gemasert. Es hat sehr schmale, gering ausgeprägte Jahrringe, aber sichtbare, seidenartig glänzende Spiegel und Poren (wie Nussbaumholz), und sieht dabei fein gestrichelt aus. Uebrigens zeichnet es sich durch eine grosse Feinheit, Schwere, Härte und Festigkeit aus und nimmt die schönste Politur an; es ist auch dem Wurmfrasse nicht unterworfen, schwindet nicht, wirft sich wenig, ist unter allen Umständen sehr dauerhaft und wird zu den edelsten Holzarten gezählt. Da das Mahagoniholz nie von Würmern angegriffen wird und im Wasser von ungewöhnlicher Dauer ist, so wird

Digitized by Google

es auch zum Schiffbau verwendet. Seit Ende des 16. Jahrhunderts ist es in Europa bekannt, wohin es von Trinidat gebracht wurde; aber erst ein Jahrhundert später wurde es für unsern Welttheil Handelsgegenstand, während schon die Spanier im 16. Jahrhundert ihre Schiffe daraus erbauten; seine Benützung als Möbelholz lässt sich auf das Jahr 1724 zurückführen.

Das schönste Mahagoniholz kommt von Haiti oder St. Domingo und wird deshalb Haiti-, Sandomingo-, Hispaniola-Mahagoni genannt, als zweitbeste Sorte wird das Jamaika-Mahagoni betrachtet; in dritter Reihe steht das Cuba- oder Havanna-Mahagoni, noch geringer das von Honduras. Am geringsten im Werth ist das Providence-Mahagoni.

Das sogenannte weisse Mahagoni oder unechte Mahagoni kommt vom westindischen Nierenbaume (Anacardium occidentale); unter dem Namen weibliches Mahagoni oder Madeira-Mahagoni versteht man wohl das wohlriechende Holz der Cedrela odorata (siehe Zeder).

Neu holländisches Mahagoni kommt von den Südseeinseln und gehört dies Holz der Eucalyptus robusta an.

Im französischen Handel kommt das Mahagoniholz unter dem Namen Acajou vor; schlechtere Sorten werden mit Acajou femelle und Acajou de caisse — Zuckerkistenholz — bezeichnet.

2. Ebenholz. Unter diesem Namen kommen mehrere Holzarten vor, die von ganz verschiedenen Bäumen stammen und nach der Farbe Schwarzebenholz, Grünebenholz und Rothebenholz genannt werden.

Schwarzebenholz kommt von zwei Arten der Gattung einer Dattelpflaume (Diospyros) und von Diospyros ebenum und montana, Bäume, welche in den Wäldern von Ceylon und Ostindien angetroffen werden. Es ist vorzüglich das Kernholz derselben, welches sich durch eine kohlschwarze Farbe auszeichnet. Man findet es auch manchmal bräunlichschwarz, oder mit hellen Streifen und Flammen im Innern, und schätzt es dann weit geringer. Wenige Holzarten zeigen so grosse Feinheit und Dichtigkeit in der Masse, und die damit verbundene Härte und Schwere dieses Holzes macht es zu Gegenständen im Kleinen sehr gut verwendbar. Besonders wird es von Drechslern verarbeitet. Es hat nur den Fehler zu grosser Sprödigkeit.

Ein Erkennungszeichen für echtes Ebenholz ist der Wohlgeruch, den es auf glühenden Kohlen verbreitet.

Grünebenholz kommt von Aspalanthus ebenus, einem Baume, der ebenfalls in Ostindien wächst. Es ist olivengrün oder grünlichbraun von Farbe, mit hellern und dunkleren Längsstreifen, welche die äusserst feinen Jahrringe verursachen. Es stimmt mit dem schwarzen Ebenholz in der Dichtigkeit, Härte und Schwere überein. Man bekommt es aber nur in dünnen Stämmen. Auch Bignonia leucoxylon, in Südamerika und Westindien

Digitized by Google

heimisch, liefert ein sehr hartes und dauerhaftes, tief braunes bis schwärzliches Holz mit grünem Stich, das als Grünebenholz in den Handel kommt.

Rothes Ebenholz, Grenadillholz oder Granatillholz, kommt aus Westindien von Ebenum cretica; es zeichnet sich durch eine schöne rothbraune Farbe mit dunklen Streifen und Flammen aus, ist ein sehr feines, gleichförmig dichtes, sehr hartes und schweres Holz, aber auch ziemlich spröde. Man schätzt und verarbeitet es zu kostbaren Tischler- und Drechslerarbeiten, auch zu musikalischen Instrumenten (Flöten).

Eine besonders harte Sorte nennt man Eisengrenadill oder Eisenholz, wovon es wieder braunes und schwarzes giebt.

Falches Ebenholz wird aus dem harten Holze vom Birnbaum, Pflaumenbaum und auch wohl von der Hainbuche mittelst Beize dargestellt; auch Bohnenbaumholz (Cytisus laburnum) wird zum Fälschen von Ebenholz benutzt.

3. Palisanderholz liefert ein in Südamerika und Westindien wachsender Baum Bignonia brasiliana oder Jakaranda brasiliana; das dunkle schwärzlich karmoisinrothe Holz, auch Jakarandaholz, Polixanderholz genannt, ist sehr fein, fest, hart und zähe, besitzt charakteristisch eigenthümliche Poren und nimmt eine sehr schöne Politur an. Der Splint des Holzes ist weiss. Das beste Palisanderholz kommt aus Rio de Janeiro, minder gutes aus Bahia und die geringsten Sorten aus Ostindien. Man unterscheidet viele Varietäten, deren Abstammung wohl noch nicht sicher ermittelt ist. Das Palisanderholz wird meistens als feines Furnirholz von Tischlern und Instrumentenmachern (Zithern) sehr geschätzt.

4. Amarantholz erhalten wir ebenfalls aus Südamerika und namentlich aus Brasilien; der Baum, der es liefert, ist nicht hinreichend bekannt; es ist ein schönes Holz von dunkler Blutfarbe mit einem Stich ins Violette; auch ganz dunkelviolett, besonders wenn die frischbearbeitete Fläche länger der Luft ausgesetzt ist. Es ist nicht ganz so schwer wie Palisander, auch nicht so hart, aber von sehr feinem gleichartigen und etwas porösem Gefüge, sehr gut spaltbar und biegsam. Es dient zu feinen Tischlerarbeiten, auch wohl zu eingelegten Arbeiten in reichen Parquetböden und Holzmosaiken.

5. Atlasholz (Satin-, Seiden-, Ferolaholz); das im Glanz dem Atlas ähnliche Holz von Ferolia guyanensis kommt aus Guyana und den Antillen. Das gewöhnliche hat gelbe Farbe und ist in seinen Fibern und Poren dem Nussbaumholz ähnlich (Satinholz), das seltenere ist roth. Das Holz hat grosse Feinheit, Dichtigkeit, Härte und Schwere und wird nur zu feinern Arbeiten benutzt, da es ein Luxusholz ist.

6. Rosenholz (Lignum Rhodii), Holz des Stammes und der Wurzel von Convolvulus scoparius, einem niedrigen, auf den kanarischen Inseln heimischen Strauche. Es bildet cylindrische, gekrümmte Stücke, mit einer weissgrauen runzligen Rinde bedeckt, hat gelbliche Farbe mit gelbröthlichen

Digitized by Google

Adern und balsamisch-rosenartigem Geruch, wenn man es reibt oder schabt. Im scharfen Querschnitt erscheint es blassbräunlich, von engen Jahrringen und zahlreichen dichten und hellen Markstrahlen durchzogen und mit Poren versehen, welche ziemlich regelmässig in konzentrischen Linien gestellt sind. Es ist sehr dicht und sinkt im Wasser zu Boden. Wir beziehen dies Holz aus der Levante, von Rhodus und Cypern, aber auch aus Ostindien und den Antillen.

7. Gelbes Santelholz, auch Citrin- oder Ambraholz genannt, kommt von einem Baume Santalum album, der in Ostindien, Malabar etc. wächst; wir erhalten es oft in grossen Stücken, es ist mehr oder minder gelblich, ungemein feinfaserig aber weder bedeutend hart noch schwer, und zeichnet sich beim Schneiden durch einen eigenthümlichen aromatischen Geruch aus.

In Indien werden die Götterbilder der Buddhisten aus Santelholz geschnitzt, auch dient es in den Tempeln zum Räuchern, besonders beim Todtenkultus.

Auch aus China bezieht man echtes gelbes Santelholz von feinem Gefüge und bräunlich gelber Farbe, das sich durch Wohlgeruch auszeichnet, und das auch von den Chinesen mit besonderer Vorliebe zu Galanterie-Gegenständen verarbeitet wird.

8. Rothes Santelholz (von Pterocarpus santalinus), kommt von Ostindien, Koromandel und Ceylon, ist dunkelroth mit dunklerm selbst bis schwarzem Geäder; es ist grob aber langzellig, sehr schwer, lässt sich aber vorzüglich bearbeiten und ist eines der schönsten Luxushölzer das als Kaliaturholz besonders in der Kunsttischlerei geschätzt wird. Ein anderes Holz aus Afrika, roth, bald tiefer bald heller in der Farbe, kommt auch unter dem Namen rothes Santelholz vor; (Baum unbekannt).

9. Zitronholz (Lignum Citreum), kam nach Plinius liber XIII. Kap. 15 vom Atlas und aus Mauritanien; die Römer bezahlten Tische aus diesem Holze mit 1,35 m. Durchmesser und einer Dicke von 3—7 cm. mit einer Million Sestertien[1]) und darüber. Die Tischplatten bestanden aus Scheiben (orbes) des, seinem ganzen Durchmesser nach geschnittenen Stammes und wurden meistens von einer kunstreich geschnittenen Säule von Elfenbein getragen und danach Monopodia genannt. Die vorzüglichste Schönheit solcher Tische ist das gekräuselte Geäder oder die kleinen Wirbel; jene verlaufen in längliche Streifen und deshalb heisst das Holz getigert, diese aber schliessen sich, und darum heisst das Holz gepantert. Es giebt auch wellenförmig gekräuseltes, das um so höher geschätzt wird, wenn es den Augen des Pfauenschweifs ähnelt. In grosser Gunst und dem erwähnten zunächst steht das in dichtem Gedränge gefleckte. Den Werth erhöht jedoch bei allen Arten noch die Farbe; am meisten gefällt

[1]) Nahe zu 200 000 M.

Digitized by Google

das, welches bei glänzendem Geäder die Farbe des Meth's hat. Plinius erwähnt ferner, dass die Monopodia aus Wurzelmaser bestanden und dann um so höher geschätzt wurden, wenn sie ganz unter der Erde gewesen waren. Schon Homer erwähnt dieses Baumes und nennt ihn Thyon auch Thya; gegenwärtig ist man allgemein der Ansicht, dass dieses Holz von Thuja articulata herrührt; aber auch das Holz von Juniperus oxycedrus seu phoenicea kommt der Schilderung des antiken Zitronholzes nahe. Nach andern stammt das Lignum citreum von der Atlas-Ceder (C. atlantica) vom Atlas Gebirge.

10. Königsholz (Lignum regium), ein schönes hartes Holz aus Südamerika, wahrscheinlich von Ebenum creticum, ist bräunlichviolett oder roth, auch braunroth gestreift, bisweilen marmorirt, sehr fein, dicht und schwer, dabei von grosser Härte. Es wird zu Drechsler- und Kunsttischlerarbeiten sehr geschätzt.

11. Guajakholz, Pockenholz, Franzosenholz (Lignum sanctum), kommt in oft mehreren Zentner schweren Blöcken in den Handel und entstammt dem Guajakbaume (Guajacum officinale), einem wohl 14,00 m. hohen Baume mit schenkeldickem Stamme; hat zweipaarig gefiederte Blätter und langgestielte, in gipfelständigen Dolden vereinigte Blüthen, und findet sich auf sämmtlichen Inseln Westindiens, besonders auf Haiti, St. Thomas und Jamaika.

Das Holz ist sehr schwer, sinkt schnell im Wasser unter, ist fest, hart, brüchig, spaltet sehr unregelmässig, ohne dabei faserig zu werden, ist grün geadert, dunkel bis blassbraun und wird an der Luft olivengrün. Im scharfen Querschnitt ist es dunkel harzglänzend, mit zahlreichen sehr schmalen Markstrahlen und mit zerstreutem, von Harz erfülltem Kern versehen, auch hat es einen eigenthümlichen Harzgeruch. Gute feste Stücke werden in der Technik zu Axenlagern, Walzen und Rollen für Maschinen verarbeitet, ferner zur Anfertigung von Kegelkugeln, denn das Holz ist nicht nur äusserst hart, sondern auch in allen Verhältnissen von vorzüglicher Dauer. Um es für technische Zwecke zu bleichen, legt man das Holz einige Stunden in nicht zu starke Natronlauge, spült es ab und bringt es in ein Gemisch von 1 Thl. Salzsäure und 8 Thl. Wasser, in welchem man 6 Theile unterschwefligsaures Natron gelöst hat. Nach 24 Stunden ist es auf der Oberfläche hellgelblich; gewaschen und getrocknet nimmt das Holz so gebleicht die schönste Politur an.

1508 wurde es von den Spaniern unter dem Namen Palo santo nach Europa gebracht und einige Jahre nach seiner Einführung besonders als Mittel gegen die Syphilis berühmt[1]).

12. Olivenholz vom Oelbaum (Olea europaea), der im wilden Zustande strauchartig ist, durch Kultur aber zu 7,0—13,5 m. hohen Stämmen

[1]) Vergleiche Ulr. v. Huttens: De Guajaci medicina et morbo gallico. Mainz 1519.

Digitized by Google

heranwächst; die 9 cm. langen Blätter sind den Weiden-Blättern ähnlich; er stammt aus Asien, kam schon frühzeitig nach Attika und wird jetzt überall in Süddeutschland und Nordafrika kultivirt. Das Holz ist ungemein fest, fein, schwer, wohlriechend, grünlichgelb, schwarz geadert und gewölkt und nimmt eine sehr schöne Politur an, weshalb es von Drechslern und Kunsttischlern sehr gesucht wird. Vorzüglich schöne Zeichnungen enthält das Holz der Wurzel als Maserholz. Man hält das Holz als unverweslich in allen Verhältnissen. Auch das Holz anderer Arten wird als Nutzholz verwerthet, so dass von O. lancea auf Réunion, das von O. undulata am Kap als schwarzes Ebenholz, das von O. puniculata in Neusüdwales und Queensland als Marmorholz, das von O. americana als Teufelsholz.

13. Eisenholz (von Siderodendron triflorum) auf der Insel Madagaskar, ist ein dunkelbraunes, in's Grünliche schimmerndes, sehr geschätztes Luxusholz, an Gewicht dem Ebenholze nahestehend. Eisenholz kommt auch in den Handel von Robinia panacoca aus Südamerika, von Stadtmannia oppositifolia auf Isle de France, von Olea undulata vom Kap, und dienen alle diese nur mit den besten Werkzeugen bearbeitbaren Hölzer zu Drechslerarbeiten, Werkzeugen, Walzen etc.

14. Schlagenholz (von Strychnos culubrina), einem wildwachsenden Krähenaugenbaum auf den Molukken, ist ungemein dicht, fest und schwer, bräunlich von Farbe und von sehr bitterem Geschmack; seine sehr dicken, keilförmig zugespitzten Markstrahlen geben Anlass zu eigenthümlichen Zeichnungen und findet das Holz vorzüglich Verwendung zu feinen Drechslerarbeiten; ein anderes Schlagenholz gehört dem auf Ceylon wachsenden Schlangenbaum (Ophioxylon serpentinum) an, wird aber auch wohl seiner eigenthümlichen Zeichnungen wegen Lettern- oder Buchstabenholz genannt; sehr hart und schwer, ist es braunroth mit dunklen hieroglyphenartigen Flecken und nimmt eine ausserordentlich schöne Politur an, zeichnet sich überhaupt durch Schönheit aus und ist daher sehr geschätzt in der Kunstschreinerei, sowie im Klavierbau etc.

15. Sassafras- oder Fenchelholz (von Laurus sassafras), kommt aus Virginien, Carolina, Florida; obwohl ziemlich weich und selbst schwammig, widersteht es dem Wurmfrasse und hat ausgeprägten Fenchelgeruch; nicht vollständig ausgetrocknet schwindet es sehr stark, dann aber ist es zur Kunstschreinerei sehr brauchbar; die Farbe des Fenchelholzes spielt in's Grüngelbe und ist dabei zart in diesen Farbnüancen gestreift, von regelmässigen Markstrahlen durchdrungen, hat es lebhaften Glanz.

16. Bitter- oder Fliegenholz (Picrania amara oder Quassia simaruba) aus Jamaica, hat grünbraunes Kernholz und hellgelben Splint, und eignet sich seiner guten Polirbarkeit wegen gleichfalls zur Kunstsschreinerei.

17. Brasilienholz; das echte oder eigentliche Fernambukholz kommt von Caesalpina crista, einem in Brasilien heimischen Baume; es ist innen

Digitized by Google

gelbroth, auswendig roth, schwerer als Wasser, enthält einen gelbrothen Farbestoff und ein stark riechendes ätherisches Oel. Das sehr feste Holz nimmt eine treffliche Politur an und wird zu Meubeln, Furniren, Geräthschaften, Kegelkugeln etc. verarbeitet, dient aber auch durch seinen Farbestoff zum Färben von Wolle, Seide etc., wobei man damit alle Nüancen von Orange bis Roth hervorbringen kann. Weniger geschätzt als das Fernambukholz sind die Hölzer von C. echinata, das als Marthenholz aus Brasilien und Mexiko kommt; C. Sappan liefert das Sappanholz (Japanholz) von Siam, Ostasien, Westindien und Brasilien; hierher gehören auch das Lima-, Siam-, Padangholz; von weniger Bedentung sind das Brasilietholz, Californiaholz, Terrafirmaholz und Bahiaholz.

Das unechte Brasilienholz kommt von Ostindien und den Antillen und gehört der Comocladia aculeata, noch häufiger der Trichila spondioïdes an und giebt schmutzig rothe Farbe.

18. Gelbholz (gelbes Brasilienholz oder alter Fustik) vom Färbermaulbeerbaum (Morus tinctoria oder Maclura aurantiaca), kommt aus Brasilien und den westindischen Inseln und giebt einen schönen intensiv hellgelben Farbestoff; dient aber auch seiner Schönheit wegen zur Herstellung von Luxusgeräthen.

19. Blauholz oder Kampescheholz vom Blutholzbaume (Haematoxylon campechianum), wird vorherrschend seines Farbstoffes, dem Haematoxylin, wegen benutzt.

20. Rothholz (Agatholz), ist ein dunkelrothes, dem Mahagoni ähnliches Farbholz, das aus Afrika zu uns in den Handel kommt; ein anderes Rothholz, auch Santa Marthaholz genannt, kommt aus Amerika, ist meistens in Rinde und Splint tief gefurcht und kommt von Caesalpina echinata; reich an Farbstoff, wird es hauptsächlich zum Färben verwendet.

21. Palmenholz kommt vielfach in den Handel und besonders ist es das Holz der echten Cocospalme (Cocos nucifera), welches auch wohl unter dem Namen Stachelschweinholz vielfach zu Meubeln, Schatullen, Arbeitskästen, Messerheften, Regenschirmstöcken etc. verarbeitet wird; es besteht aus schwarzen, äusserst harten, langgestreckten und mehr oder weniger zerstreut liegenden Gefässbündeln, ohne alle Andeutung von Jahrringen, die überhaupt den Palmen fehlen. Diese Gefässbündel liegen in einer gelbbraunen Markmasse, die gegen die Mitte des Kerns weich bleibt, so dass nur nach Aussen sich eine gegen die Rinde mehr und mehr verdichtende Holzschicht bildet, welche jedoch bei alten Bäumen Ebenholzhärte erreicht. Die Cocospalme kommt innerhalb der Wendekreise auf beiden Halbkugeln vor und liefert in ihren harten Steinschalen auch das schätzbare Material zu allerhand Gefässen, Bechern, Dosen, Löffeln und den vielfachsten Drechslerarbeiten. Auch aus den dunkelfarbigen Rindenschichten der älteren Palmyra- oder gemeinen Fächelpalme, Borassus flabelliformis, werden Spazierstöcke und die verschiedensten Drechsler-

Digitized by Google

arbeiten gefertigt, und dient das alte steinharte Holz den Bewohnern Arabiens, Neu-Guinea's und Ostindiens allgemein zum Häuserbau, wie es überhaupt als Nutzholz sehr hoch geschätzt wird. In den nördlichen und mittleren Provinzen von Brasilien wird das Holz der Wachs- oder Karnauba-Palme, Corypha cerifera, zum Wasser- und Häuserbau gebraucht, und in ähnlicher Weise verarbeitet man daselbst auch das Holz der Palmito- oder gemeinen Kohlpalme, Euterpe oleracea, zu Dachwerken; die frühere vielfache Verwendung zu Pfählen und Pallisaden hat dieser Palme den Namen Pallisadenpalme gegeben. Auch das Holz der gemeinen Dattelpalme, Phönix dactylifera, wird in Arabien zu allen möglichen Bauzwecken verarbeitet; die Schilftanne, Rotang (Calamus) liefert wie Arundo donax das sogenannte und überall bekannte spanische Rohr. In neuester Zeit kommen Palmhölzer mit dem Namen Kaiserpalme, Hermelinpalme, Blumenpalme von den Sandwichs- und Malaischen Inseln, die in ihrem abnormen Gefüge die überraschendsten Zeichnungen zeigen und daher in der Kunsttischlerei sehr gesucht sind. Eine gewisse Berühmtheit haben die Arbeiten des Kunsttischlers Günther in Hammer[1]) bei Karlsbad sich erworben, der aus den verschiedensten Palmhölzern unter Zuziehung anderer edler Materialien Kassetten von unübertroffner Schönheit liefert[2]).

Vom Fällen des Holzes.

Das Fällen der Bäume geschieht entweder mit Hülfe der Axt oder der Säge, oder mit beiden zugleich. Mit der Axt dadurch, dass man in den Stamm auf der Seite, nach welcher der Baum fallen soll, eine Kerbe bis über die Mitte des Stammes haut; sodann von der entgegengesetzten Seite, ungefähr 9 cm. höher, nach abwärts einen weiteren Hieb führt. Gern wendet man statt der zweiten Kerbe die Säge an; die zweite Methode, durch Anwendung der Säge den Baum zu fällen, ist in der Ausführung der ersten gleich, und trotzdem, dass sie mehr Zeit erfordert, jener vorzuziehen. In neuester Zeit wird zum Fällen der Bäume auch die Dampfkraft zu Hülfe genommen; so wurde von der bekannten Maschinenfabrik von A. Ransome in London eine Dampfsäge gebaut und der öffentlichen Erprobung unterworfen; im Roupell-Parke wurden 4 Bäume von 600 bis

[1]) Auch Querschnitte von seltenen Palmen- und andern fremdländischen Hölzern sind dort schön zusammengestellt zu haben.

[2]) Ueber Abstammung fremder Hölzer (Pharmaceutisches Handelsblatt 1876 No. 66) von Pr. Göppert.

Digitized by Google

900 cm. Durchmesser am Fusse des Stammendes in 35 Minuten abgesägt, einschliesslich einer dabei vorgenommenen 10 Minuten langen Pause[1]).

Bedient man sich der Axt, so muss der Stamm immer in einiger Höhe angegriffen werden (30—45 cm.), um so höher je dicker er ist; bedient man sich der Säge, so kann der Schnitt nahe am Stammende geschehen. Man überschreitet bei dem horizontalen Anhieb oder Schnitt den Mittelpunkt des Stammes als dessen gewöhnlichen Schwerpunkt, um das Aufreissen des Holzes beim erfolgenden Sturze zu vermeiden, und hat den Sturz des Baumes immer etwas eher zu gewärtigen, als sich beide Schnitte oder Hiebe wirklich begegnen.

Bei jeder Methode ist zunächst darauf Rücksicht zu nehmen, nach welcher Richtung der Baum fallen soll, einestheils um die um ihn stehende Nachbarschaft nicht zu beschädigen, anderntheils während des Falles selbst keinen Schaden zu leiden und drittens die Ausfuhr aus dem Walde nicht zu behindern. Im ersten und letzten Falle kann man die Richtung durch Abhauen überhängender Aeste, ferner durch angelegte Stricke bestimmen. Was den zweiten Fall anbetrifft, so ist besonders bei langen Stämmen darauf Rücksicht zu nehmen, dass sie weder auf Steine noch Stöcke fallen, indem hierdurch leicht Waldrisse entstehen können; man belegt auch wohl die Stellen, auf die der Stamm fallen soll, mit Reisig.

Bei starkem Winde und starkem Froste ist es nicht räthlich, Bäume zu fällen, im ersten Fall kann der Stamm durch zu frühes Stürzen aufreissen, im zweiten Fall kann der Baum beim Umsturz bei grosser Sprödigkeit des Holzes theilweise zerschellen.

Bei Bäumen, die keine tiefgehenden, weit verzweigten Wurzeln haben, kann man die Fällung durch allmäliges Untergraben sowie Ablösen des Wurzelwerks bewirken und den Sturz des Baumes mit Hülfe einer sogenannten Heblade veranlassen; man nennt diese Methode das Ausroden.

In neuster Zeit hat man in Amerika Versuche angestellt, Bäume mittelst Anwendung von Elektricität zu fällen; hierzu wurde ein starker, durch eine elektrische Batterie glühend gemachter Platindraht verwendet und ein Baum, der sonst 2 Stunden zu seiner Fällung in Anspruch nahm, in 15 Minuten niedergelegt, wobei es weder Sägespähne noch irgend einen Holzverlust giebt.

Grossen Einfluss auf die Festigkeit und Dauer des Holzes hat die Fällzeit. Schon von Alters her wird sie am besten in den Monat December verlegt, weil in dieser Zeit die im Baume vorhandene Saftfülle sich verdichtet hat und die Poren des Holzes enger geschlossen erscheinen; in neuerer Zeit wird aber die Behauptung aufgestellt, dass ein grosser Unterschied in der Dauer des Holzes von Winter- und Sommerschlägen nicht

---

[1]) Die betr. Maschine nebst Beschreibung brachte Dingler's Polyt. Journal 1878. Bd. 227. S. 245.

Digitized by Google

besteht, wenn das Holz gleich nach dem Hieb richtig behandelt wird. Muss Holz unentrindet Monate lang im Walde liegen, so erstickt es natürlich im Sommer leichter als im Winter; auch ist Winterholz trocken etwas schwerer wie Sommerholz. Das Innere starker Stämme schwankt aber vom Sommer zum Winter nur sehr wenig, der Splint wird bei der Verarbeitung häufig entfernt und könnte wohl im Sommer durch Entrinden leichter getrocknet werden, als im Winter. Dass man nicht allgemein das im Sommer geschlagene Holz als ein zu beanstandendes betrachten darf, geht wohl aus der bisher noch wenig in betracht gezogenen Thatsache hervor, dass in unsern Hochgebirgen, in den österreichischen und bayerischen Alpen, im Schwarzwalde, in den Vogesen eine sehr grosse Masse von Holz, welches einen hervorragenden Handelsartikel abgiebt, der Schneemassen wegen nur im Sommer gefällt werden kann. Mit Vorliebe wird dies im Sommer gefällte Gebirgsholz verarbeitet und leistet vorzüglichen Widerstand gegen Fäulniss. Freilich hat man es hier meistenstheils mit einem kerngesunden Holze zu thun, das oft unter den denkbar günstigsten Verhältnissen gewachsen ist und dem entsprechend einer weniger difficilen Behandlung benöthigt, wie ein Holz, das schon auf dem Stande krankhafte Keime in sich birgt.

In Westfalen und Lippe hat man unlängst wiederholte Versuche über den Einfluss der Schlagzeit unserer Holz liefernden Bäume gemacht, indem man unter gleichen Umständen gewachsene Baumstämme Ende December, Januar, Februar und März fällte. Dies Holz wurde dann auf seine Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss, auf Tragfähigkeit und Dichtigkeit untersucht, und ergaben alle Versuche ohne Ausnahme, dass dem Ende December gefällten Holze in bezug auf Dauer, Tragfähigkeit und Dichtigkeit entschieden der Vorzug zu geben sei. Ferner wurde nachgewiesen, dass auch die im December und Januar gefällten Hölzer eine relativ grössere Heizkraft besitzen als jene, welche im Februar und März geschlagen waren. In Katalonien gelten Juli und August als die besten Hiebmonate, und auch die Engländer verwenden im Sommer geschlagenes Eichenholz zu ihrem Schiffbau und behaupten, dass es bei dieser Holzart ganz gleichgültig sei, ob es im Sommer oder Winter gefällt ist; Eschenholz, im Sommer gefällt, soll sogar längere Dauer und eine geringere Gefahr für den Wurmfrass bieten. Holz, das zu Grundbauten verwendet wird, kann ohne Zweifel im Sommer gefällt werden, da in diesem Fall die Dauer desselben von dem Saftgehalte nicht abhängig ist.

In ökonomischer Beziehung wird jedenfalls die Fällzeit im Winter die grösseren Vortheile gewähren; sie begünstigt des Frostes und Schneefalls wegen eine weniger kostspielige Ausfahrt des Holzes und sind die anderweitig unbeschäftigten Arbeiter und Gespanne leicht zu bekommen.

Nach den vielfachen traditionellen Erfahrungen möchte immerhin feststehen, dass wenigstens bei allen Nadelholzarten, der im Winter einge-

Digitized by Google

dickte Saft das Holz gegen Fäulniss und Wurmfrass schütze, und hält man die Fasern des Holzes für viel geschmeidiger und fester. Ein finanzieller Zweck könnte aber dennoch zur Fällung des Holzes in der Saftzeit bei denjenigen Hölzern, deren Rinde als Gerbstoff einen bedeutenden Gewinn bringt, leicht Veranlassung geben, indem sich die Rinde in dieser Zeit leichter ablösen lässt; dies geschieht auch bei der Eiche, Eller und Esche, aber man hat dafür zu sorgen, dass das Splintholz auf gute und schnelle Weise getrocknet werden kann; damit das Holz dabei nicht rissig werde, ist natürlich die gehörige Vorsicht nicht ausser Acht zu lassen.

Handelt es sich darum im Winter geschlagene Hölzer von solchen zu unterscheiden, welche im Sommer geschlagen sind, so möchte dies einzig und allein durch eine Jodprobe nachzuweisen sein:

Während der Winterruhe lagern sich in allen unsern Baumstämmen, besonders in den Markstrahlen und im Parenchym des Holzkörpers, die Reservenahrungsstoffe ab, welche zur Zeit des Safttriebes wieder verflüssigt werden und dem neuerwachenden Pflanzenleben als erste Nahrung dienen. Diese Reservenahrungsstoffe bestehen der Hauptsache nach aus Proteïnstoffen (Stärke), die in einzelnen Zellpartien in Form von Körnchen abgelagert werden. Nach Prillieux findet man nun bei Bäumen, welche im Winter geschlagen sind, wenn man deren Querschnitt in Jodlösung behandelt, dass die Markstrahlen und gewisse Stellen des Holzparenchyms sich als blauschwarze Linien auf dem durch Jod gelberscheinenden Grunde der Zellwandungen, Fasern, Zellen und Gefässe des Holzes abzeichnen. Bei Stämmen, welche in vollem Safte geschlagen wurden, erscheint dagegen die ganze Fläche durch Jod gelbgefärbt, und unterscheiden sich nur die Markstrahlen von dem übrigen Holze durch eine etwas hellere Nüance des Gelb[1]).

Nach dem Fällen muss alles Laubholz sogleich von der Rinde entblösst werden, das weiche Splintholz erhärtet dann schneller und wird nicht mehr so leicht von den Würmern durchbohrt; auch die Neigung zum Stocken wird hierdurch grösstentheils aufgehoben. Mit den Nadelhölzern verhält es sich aber umgekehrt, indem diese, schnell entrindet, durch das Ausschwitzen ihres Harzgehaltes an Dauer und Elasticität einbüssen würden.

Jeder gefällte Baum wird gezöpft: d. h. alle Aeste und derjenige Theil der Krone des Baumes, welcher kein Bauholz mehr abgiebt, werden abgehauen; die Stelle, wo das Abhauen der Krone geschieht, heisst das Zopfende; der Durchmesser dieser Stelle die Zopfstärke.

Das sogenannte Bewaldrechten des Baumes, was darin besteht, dass man das Holz sofort nach dem Fällen vierkantig behaut, geschieht häufig nur, um den Transport zu erleichtern, ist aber keineswegs empfehlenswerth.

[1]) Journal de l'agriculture 1875. S. 441.

Digitized by Google

Ueber den Transport der unbearbeiteten Hölzer.

Am besten und wohlfeilsten ist die Abfuhr des rohen Holzes im Winter zu bewerkstelligen und zwar unter Anwendung der sogenannten Blockwägen; diese bestehen in der Regel aus einem Vordergestell, einer mit zwei hohen Rädern versehenen Axe, an welcher der Baum mit seinem Stammende aufgehängt, und einem niedrigen Rädergestell, auf dem das Zopfende festgelegt wird; dabei erhalten die Räder recht breite Felgen, um jedes tiefe Einsinken zu vermeiden, und wird ihre Spur so schmal wie möglich gemacht, um überall im Dickicht durchkommen zu können. Bedient man sich der Schlitten, so müssen diese gleichfalls aus einem Doppel-Gestell bestehen, indem das Nachschleppen des Zopfendes die Direktion beim Wenden erschwert und den Baum wohl auf 60—80 cm. Länge verdirbt.

Um das Holz von steilen Gebirgsabhängen nach den fahrbaren Wegen oder Gebirgswässern herablassen zu können, werden sogenannte Reisen oder Riesen (Holzleitungen oder Rutschen), oft mit grossem Aufwand von Kosten, erbaut. Der Landtransport ist immer kostspielig, besonders wenn keine chaussirten Wege vorhanden sind; bei grossen Entfernungen aber mehren sich die Kosten sehr bedeutend und kann man annehmen, dass für jede Meile Fuhrlohn 10 pCt. des Ankaufspreises bezahlt werden müssen, wodurch das Holz unter Umständen einen sehr hohen Preis erreicht.

Ungleich billiger ist der Transport des Holzes zu Wasser, wenn solches zu Flössen verbunden auf Seen, Bächen und Flüssen heruntergeschwemmt wird; eine grössere Entfernung giebt dabei keinen grossen Ausschlag in der Berechnung der Kosten; diese können freilich vermehrt werden, wenn die Flüsse seichte Stellen haben, schlammig sind, und dadurch viele Menschen erfordert werden, um das Holz weiter zu dirigiren, oder wenn die Beförderung durch Pferdekraft geschehen muss. Aber selbst unter den schwierigsten Umständen sind die Kosten des Wassertransports immer nur $^1/_{10}$—$^1/_{40}$ des Landtransportes.

Eintheilung des Holzes.

Das Holz, das zu technischen Zwecken verwendet wird, ist entweder **Bauholz, Werk-** oder **Nutzholz, Brennholz** und **Strauchholz.**

Das **Bauholz** wird eingetheilt:

1. Rundholz oder unbeschlagenes Holz.
2. Kantholz oder beschlagenes Holz.
3. Schnittholz.
4. Spaltholz.

Digitized by Google

Das unbeschlagene Holz oder Rundholz ist entweder Wald- oder Flossholz, welches sich noch in dem ganz rohen Zustande nach dem Fällen befindet, mit oder ohne Rinde ist und vorher keine Bearbeitung mit der Axt erlitten hat. Man unterscheidet solches Holz nach seiner Länge und Stärke, und hat dafür in dieser Beziehung verschiedene Benennungen. Es giebt z. B. in einigen Gegenden extrastarkes, starkes, Mittel- und Kleinbauholz, und was unter diesen ist, gehört zu den sogenannten Bohlstämmen, Lattstämmen.

Bei den **Nadelhölzern** unterscheidet man spezieller:

Extra starkes Bauholz, das in seinen Abmessungen bis zu 33 m. Länge und wohl noch 48 cm. im Zopf stark in den Handel kommt; es wird selten zum Landbau, meistentheils nur zum Schiffbau verwendet, es müsste denn sein, dass man ausnahmsweise sehr grosse verzahnte Träger zu konstruiren hätte; übrigens muss es wenigstens 13,8—15 m. Länge besitzen und 36—42 cm. im Zopf stark sein, wenn es in die Klasse der extra starken Bauhölzer gerechnet werden soll.

Starkbauholz wird entweder beschlagen oder geschnitten; es dient dann besonders zu den Konstruktionshölzern von starken Dimensionen, zu Balkenlagen, Unterzügen, Trägern; beim Grundbaue zu Holmen, bei Brückenbauten zu Sprengwerken etc.; Starkbauholz ist 12—15 m. lang und 30 bis 36 cm. im Zopfe stark.

Es wird auch wohl durch einen Sägeschnitt getrennt und giebt dann Halbholz; oder es wird durch einen Kreuzschnitt getrennt und giebt dann Kreuzholz, während das ungetrennte ursprüngliche Holz Ganzholz genannt wird. Die so getrennten Hölzer liefern alle Konstruktionstheile für den Zimmermann, die kleinere Dimensionen erfordern; aus Halbholz besonders stellt man die Streichbalken her, dann die Schwellen bei Holzwänden und grossen Dachstühlen. Kreuzholz verwendet man zu Riegeln, Ständern, Streben, Winkelbändern, Kehlbalken, überhaupt zu den Verbandhölzern der Dachstühle und der Holzwände.

Mittelbauholz wird zu wenig starken Balken und andern Konstruktionshölzern von Gebäuden untergeordneter Natur verarbeitet, wobei es hin und wieder auch zu Halbholz und Kreuzholz getrennt wird und dann Konstruktionshölzer von geringen Dimensionen giebt, es hat eine Länge von 10,8—12,0 m. und 24—27 cm. im Zopf.

Kleinbauholz nimmt man nur, wenn kein Stark- oder Mittelbauholz vorhanden ist, zu den schwächern Verbandstücken in der Zimmererkunst z. B. zu Sparren; dann verwendet man es aber ferner zu Rüststangen für grössere Bauwerke, wenn die Bohlstämme nicht mehr ganz ausreichend sind.

Das Kleinbauholz ist 9,0—10,8 m. lang und 18—21 cm. im Zopf stark.

Bohlstämme sind 7,5—9,0 m. lang und 15 cm. am Zopfende stark.

Digitized by Google

Lattstämme von 9,0—10,8 m. Länge und 9—12 cm. starkem Zopf werden gegenwärtig hauptsächlich zu Telegraphenstangen verwendet.

In München bestehen die Baumstämme meistens aus hochgewachsenen Fichten oder Tannen von 12,0—15,0 m. Länge, deren Zopfstärke im Durchschnitt zu 15—48 cm. berechnet werden kann; die Stämme von 15,0 bis 18,0 m. Länge haben dabei meistentheils am Zopfende bis zu 30 cm. Durchmesser. Die Benennung richtet sich jetzt noch nach der Zahl der Fusse, die sie lang sind. Es giebt daher 80ger Bäume mit 30—36 cm. Zopfdicke, 70ger häufig 30—45 cm. im Zopfe dick; 60ger mit sehr veränderlichen Zopfdurchmessern von 18—48 cm.; 50ger mit 15—33 cm., 40ger mit 15—24 cm. dickem Zopf.

Sägeblöcke sind 5,4—6,6 m. lang bei 36—108 cm. Zopfstärke und liefern zersägt das Schnittholz.

Nach Einführung des Metermasses hat eine Vereinigung von Zimmermeistern und Holzhändlern beschlossen, das Messen von Rundhölzern, sowohl mit der Kluppe, wie mit der Kette beizubehalten und bei ersterer Messweise die Stärke des Rundholzes von Centimeter zu Centimeter, bei der zweiten von 2 zu 3 Centimeter zu bestimmen. Die Zopfstärke der Rundhölzer soll nach dem Durchmesser von 2 zu 3 Centimeter in geraden Zahlen ausgedrückt werden. Die Länge von Rundhölzern ist nach Abstufungen von 20 zu 20 Centimetern anzugeben.

Hierbei ist für die Bearbeitung von Rundholz im Forst den Blöcken ein Aufmass von 10, den Langhölzern ein solches von 15 Centimetern zu gewähren.

Da der Kubikmeter für Holzberechnungen viel zu gross, der Kubikdecimeter aber zu klein ist, so erscheint es erwünscht, ein Einheitsmass einzuführen in der Grösse von 0,01 kbm. unter Benennung „Hundertstel".

Das beschlagene Holz ist kantig mit der Axt bearbeitet und dient zu sehr verschiedenen Zwecken. Nach seiner verschiedenen Bestimmung hat man dafür auch verschiedene Benennungen; es gehören hierher die Balken-, Sparren- und Schwellhölzer, Pfosten-, Ständer- oder Stiel-, Pfetten- und Riegelhölzer etc., zur Herstellung von Balkenlagen, Dachgespärren und Riegel- oder Holzwänden.

In neuester Zeit kommt das Beschlagen der Kanthölzer mit der Axt immer mehr ab und werden vorherrschend die vorgenannten Hölzer auch auf der Säge geschnitten; nach Einführung des Metermasses sollen für Kantholz folgende Masse gelten:

Centimeter: $^{8}/_{8}$; $^{8}/_{10}$; $^{10}/_{10}$; $^{10}/_{12}$; $^{12}/_{12}$; $^{12}/_{15}$; $^{12}/_{18}$; $^{12}/_{21}$; $^{12}/_{24}$; $^{12}/_{26}$; $^{15}/_{15}$; $^{15}/_{18}$; $^{15}/_{21}$; $^{15}/_{24}$; $^{15}/_{26}$; $^{18}/_{18}$; $^{18}/_{21}$; $^{18}/_{24}$; $^{18}/_{26}$; $^{21}/_{21}$; $^{21}/_{24}$; $^{21}/_{26}$; $^{21}/_{28}$; $^{24}/_{24}$; $^{24}/_{26}$; $^{24}/_{28}$;

Die Schnitthölzer entstehen auf den Sägemühlen durch Schneiden der sogenannten Säge- oder Schneideblöcke, oder Sägebäume, wozu der unterste Theil eines starken geraden, gesunden und womöglich ast-

Digitized by Google

freien Stammes genommen wird; ist ein Baum so lang und stark, dass er zwei solcher Blöcke giebt, heisst er ein zweistieliger Sägeblock.

Sie haben verschiedene Länge und Stärke z. B. 3,6—5,4 m. Länge, 60—90 cm. Durchmesser.

In München haben die Sägeblöcke der Nadelhölzer 6,6 m. Länge und 36—72 cm. Dicke, man schützt sie vor dem Schneiden gegen Anlaufen und Verstocken und lässt sie nicht zu lange liegen, damit sie nicht rissig werden.

Ein Sägeblock von einem mit der Rinde gemessenen mittleren Durchmesser liefert[1]):

Ein laufender M. giebt an Bohlen und Brettern von der Stärke von	Mittlerer Durchmesser des Sägeblocks		
	37 cm.	42 cm.	47 cm.
10,5 cm.	0,42 qm.	0,63 qm.	0,79 qm.
8,0 -	0,63 -	0,94 -	1,26 -
5,0 -	0,94 -	1,41 -	1,68 -
4,0 -	1,20 -	1,81 -	2,43 -
3,5 -	1,47 -	2,20 -	2,98 -
3,0 -	1,73 -	2,50 -	3,53 -
2,0 -	1,99 -	2,98 -	4,09 -

Und umgekehrt gehören hiernach:

Zu einem qm. Bohlen und Bretter von der Stärke von	Laufende M. beim Sägeblock im Durchmesser von		
	37 cm.	42 cm.	47 cm.
10,5 cm.	2,34 qm.	1,59 qm.	1,27 qm.
8,0 -	1,59 -	1,06 -	0,80 -
5,0 -	1,06 -	0,71 -	0,53 -
4,0 -	0,87 -	0,55 -	0,41 -
3,5 -	0,68 -	0,45 -	0,34 -
3,0 -	0,58 -	0,39 -	0,28 -
2,0 -	0,50 -	0,34 -	0,24 -

Die Schnitthölzer sind verschiedener Art: und zwar 1. Bohlen, 2. Bretter, 3. Latten, 4. Riegelhölzer.

Die stärksten Schnitthölzer sind die Bohlen (auch Läden oder Planken genannt). Sie fangen in einer Dicke von mindestens 6 cm. an und gehen bis zu einer Dicke von 12,15—18 cm. bei verschiedener Breite; 6 cm. starke Bohlen nennt man in München Riemlinge.

[1]) Zeitschrift für Bauwesen v. Erbkam 1874. S. 534.

Digitized by Google

Schnitthölzer, dünner als Bohlen, unter 6 cm. und bis zu 15 mm. Dicke nennt man Bretter. Schnitthölzer unter 15 mm. Dicke sind Furnire. Die Breite der Bretter ist sehr verschieden, je nach der Stärke des Sägeblocks, aus dem sie geschnitten sind; ihrer Stärke nach unterscheidet man in München Tafelbretter, gemeine Bretter und Falzbretter.

Die Tafelbretter dienen vorzüglich zu den feineren Tischlerarbeiten und sind 15 mm. dick und 36—45 cm. breit; die gemeinen Bretter dienen zu Verschalungen und sind 22,5 mm. dick, 27—36 cm. breit, die Falzbretter sind die eigentlichen Bodenbretter (Dielen) für Zimmerböden, 37,5 mm. stark 36—45 cm. breit. Bretter mit 52,5 mm. Stärke nennt man Thürbretter, 30 mm. starke Mittelbretter, und werden diese beiden letzten Arten nur auf Verlangen in den Sägemühlen geschnitten. Die Länge der Bretter richtet sich natürlich nach der Länge der Sägeblöcke, die in München 6,6 m. lang sind.

Als Normallänge für Bohlen, Bretter und Dachlatten wird nach Einführung des Metermasses das Mass von 8 Metern festgesetzt; die Stärke von Brettern, Bohlen, Dachlatten soll für trockenes Holz die folgenden Abmessungen haben:

Brettstärken: 1,5; 2; 3; 3,5; 4 cm.
Bohlenstärken: 5; 6,5; 8; 10,5; 13 cm.
Dachlatten: $^2/_4$; $^4/_6$; $^5/_8$ cm.

Alle Bohlen und Bretter müssen fehlerfrei geschnitten sein, d. h. von gleicher Dicke, ohne Absätze und parallel den Holzfasern; sie sollen womöglich astfrei sein, weil sich die Aeste leicht auslösen, und dürfen weder Sprünge noch Risse, ebensowenig aber auch verstockte Stellen (bei Fichtenbrettern bläuliche Flecken) haben. Dasjenige Brett, das am meisten Kernholz und am wenigsten Splint besitzt, ist das beste.

Die kleinsten Schnitthölzer nennt man Latten, von denen es auch verschiedene Sorten giebt, z. B. gemeine Dachlatten, 6 cm. dick und 9 cm. breit für schwere Ziegeldächer, oder 4,5 cm. dick und 7,5 cm. breit für leichte Ziegeldächer, dann Wurflatten 3 cm. dick, 6 cm. breit, zur Herstellung von Lattendecken. Stukkaturlatten 9 mm. dick, 3,75 cm. breit, welche sich kreuzend auf Brettverschalungen gebracht werden und dann einen Mörtelbewurf erhalten. Weinlatten 2,25 cm. dick und 3,75 cm. breit. Die Länge der Latten beträgt nach Münchener Mass 6,6 Meter.

Riegelholz wird in verschiedenen Stärken aus den Sägeblöcken geschnitten; denken wir uns einen Sägeblock zu einem vierkantigen Holz durch Abschneiden der vier Schwarten umgewandelt, so nennt man solches Holz Ganzholz; wird dies einmal der Länge nach in zwei gleiche Stücke getheilt, so giebt es das sogenannte Halbholz; wird dies über's Kreuz noch einmal durchschnitten, so erhalten wir Kreuzholz und dreimal getrennt Sechstelholz.

Digitized by Google

Kreuz- und Sechstelholz führt den Namen Riegelholz und liegt dessen Stärke zwischen 9—18 cm. im Quadrat.

Riegelholz aus starken Sägeblöcken geschnitten ist viel haltbarer, als wenn es aus Kleinbauholz hergestellt wird, denn im erstern Fall haben wir es mit reifem Holz, im letztern mit unreifem, oft sehr splintreichem Holz zu thun.

Spalthölzer sind entweder gemeine Schaarschindeln, 45 cm. lang, 12—18 cm. breit, nach oben keilförmig zugeschärft, oder Legschindeln, 90 cm. lang, 18—30 cm. breit, und werden im Gebirge zum Decken der Bauernhäuser verwendet, indem sie ihren Halt durch aufgelegte grosse Steine erhalten. Zu den Spalthölzern gehören aber auch die Staakhölzer, 3—3,75 cm. dick, und werden dieselben mit Lehm und Stroh umwickelt und bilden als Windelboden die Zwischendecken in den Balkenfachen.

Da das Eichenholz, wie die Laubhölzer überhaupt, keinen regelmässigen Wuchs einhält, wie die Tannen und Fichten, sind Benennungen nach Länge und Stärke der Stämme nicht allgemein üblich, und es müssen jedesmal zu den bei einem Bau nöthigen Stücken die passenden Stämme ausgewählt werden.

Bei den **Eichenhölzern** unterscheidet man wohl specieller:

1. Sägeblöcke, 7,2 m. lang und 36—72 cm. Durchmesser.
2. Schwelleichen oder Streckeichen, 7,2 m. lang, 27—30 cm. stark.
3. Stiel- oder Riegeleichen, 7,2—9,0 m. lang, 33 cm. stark.
4. Pfosteneichen, 2,4—3 m. lang, 24—27 cm stark.

Aus den Sägeblöcken schneidet man verschiedene Schnitthölzer wie beim Fichten- und Tannenholz, und sind auch dieselben Bezeichnungsarten gebräuchlich.

Furnire erhalten die Stärke von 1,5—6 mm. und werden zum Belegen von Meubeln, dann zu vielen Dekorationsarbeiten, Kisten, Schachteln etc. verbraucht; 1,5 cm. starke Bretter werden von Tischlern zu verschiedenen Einrichtungsstücken benutzt, und jede Linie der zunehmenden Brettstärke hat ihre besondere Benutzungsweise. Weil Eichenholz schwer und dabei fest ist, vermeiden die Tischler alle überflüssige Holzstärke und halten alles, was aus Eichenholz gemacht werden muss, so schwach wie es nur immer die Konstruktion zulässt. Zu Fensterrahmen genügen 45 mm. starke Bretter, und die gewöhnlichen Tischlerbretter werden nur 30 mm. dick gehalten.

Auch zu Latten wird Eichenholz geschnitten, und fertigt man mit ihrer Hülfe Lattenzäune und Einfriedigungen, die zehnmal so lange Dauer haben als fichtene. Auch Schindeln werden zur Deckung von Kirchthürmen vielfach durch Spalten hergestellt und bewähren sich, nachdem sie vorher ausgelaugt sind, als sehr wetterbeständig.

Digitized by Google

Aus den Sägeblöcken werden durch mehrfache Schnitte über Kreuz die eichenen Riegel gewonnen und zwar in vielfach verschiedenen Stärken.

Schwell- und Stieleichen werden zu vielerlei Zwecken nach verschiedenen Dimensionen entweder mit der Axt beschlagen oder auf der Säge geschnitten und dann zu eichenen Pfosten, die sehr tragfähig sind, zu Konstruktionshölzern beim Brücken-, Schleusen- und Schiffsbau verwendet.

Starke Eichenklötze finden auch Verwendung zu Wassertrögen, Pferdekrippen und Schweinetrögen etc.

Das **Nutz-** oder **Werkholz** verarbeiten hauptsächlich die Tischler, Wagner und Stellmacher, Maschinenbauer, Instrumentenmacher, Drechsler und Böttcher; man verwendet hierzu vorherrschend die härtern Holzarten, am häufigsten die Buchen, Eschen, Birken, Ulmen, Ahorn, Linden, dann aber auch alle vorn aufgezählten europäischen und aussereuropäischen Nadel- und Laubhölzer, ferner das Holz der vorbeschriebenen Straucharten.

Als **Brennholz** verwendet man alles das Holz, welches zu Bau-, Nutz- oder Werkholz nicht verwerthet werden kann; man zertheilt es in kleinere Stücke, bildet Scheite oder Kloben daraus, oder bringt es als Knüppel- oder Prügelholz, ferner als Reis oder Reisig zum Verbrennen in den Handel.

Strauch- oder **Faschinenholz** giebt alles gerade und nicht zu spröde Reisig, besonders von Weiden, Birken, Erlen, Fichten und Tannen; es wird zu grössern oder kleinern, längern oder kürzern Bündeln mittelst Weidenbändern zusammengeknüpft und giebt so die sogenannten Faschinen oder Bindwasen, welche sowohl beim Wasser- wie beim Schanzenbau vielfache Verwendung finden.

Von den Einflüssen der Feuchtigkeit auf das Holz.

Alles Holz erleidet, nachdem es gefällt worden und oft geraume Zeit nach seiner Verwendung, Veränderungen, die man das Schwinden und Quellen nennt. Jenes besteht in einer Zusammenziehung seiner Fasern und hat eine Raumverminderung zur Folge. Die Ursache hiervon ist das von selbst erfolgende Trocknen oder der Verlust von Feuchtigkeit, welche jedes Holz von Natur in grosser Menge enthält, indem der lebende Baum flüssige Stoffe durch die Wurzel und Blätter aufnimmt, und solche Stoffe seinen Nahrungssaft bilden. Nach dem Fällen eines Baumes hört natürlich diese organische Thätigkeit auf, es verdunstet ein Theil seines Wassers und zwar bei dichten Holzarten, wie Eiche, Weissbuche etc., langsamer als bei weichen lockern, wie Erle, Linde, Weide, Pappel etc.; bei ganzen Stämmen langsamer, als bei zertheilten.

Digitized by Google

An ein und demselben Stamme haucht ferner der Splint mehr Wasser aus, als das Kernholz und selbst in ein und demselben Jahresring, das lockere Frühjahrsholz mehr, als das geschlossene Herbstholz, die Hirnseite mehr als die geschälte Wölbfläche, und diese wieder mehr als die Spiegelfläche.

Die chemische Zusammensetzung und die Hiebzeit scheinen wenig Einfluss auf das Trocknen des Holzes zu haben, eben so wenig sein elementarer Bau; so trocknet das harzreiche aber porenlose Nadelholz weit schneller als das harzlose, sehr weitporige Eichenholz, ein Umstand, der auf eine sehr verschiedene, spezifische Saftleitungsfähigkeit der einzelnen Holzarten schliessen lässt.

Einen äusserst hervorragenden Einfluss auf das Austrocknen von Baumstämmen hat die Rinde; zwei gleich grosse und schwere Salweidenstämme trockneten, der eine entrindete in 15 Tagen, während der andere mit der Rinde 5 Monate dazu nöthig hatte. Schwere Hölzer, als Eiche Buche, Ulme, Akazie, Apfel- und Birnbaum, Eibenbaum verlieren als junge saftreiche Stämme ein Drittel ihres Grüngewichtes, leichte schwammige Hölzer, als Erle, Pappel, Kiefer wohl ein Drittel bis das Halbe, und Weidenarten verlieren oft mehr als die Hälfte ihres Grüngewichtes.

Hat das Holz so lange an der Luft gelegen, dass es trotz vielfacher atmosphärischer Schwankungen keine bedeutenden Gewichtsverluste mehr erleidet, so nennt man es lufttrocken; ein solches Holz giebt mit einem Schlegel angeschlagen einen klirrenden Thon von sich, immerhin aber enthält lufttrockenes Holz in den meisten Fällen noch 20—25 pCt. Wasser, niemals aber weniger als 10 pCt.

Vom geklöbten Waldholze nimmt man an, dass es wenigstens ein Jahr liegen müsse, um als lufttrocken zu gelten; nothdürftige Trockenheit erreichen 20—30 cm. im Durchmesser haltende Hölzer, wenn sie wenigstens ein Jahr lang auf Lager gelegen haben, und kann man solches einjährige Holz höchstens zu solchen Zimmerkonstruktionen verwenden, die nach ihrer Herstellung Gelegenheit haben noch weiter austrocknen zu können; Holz zu Schreinerarbeiten sollte mehrere Jahre auf Lager gelegen haben, wenn die daraus zu fertigenden Gegenstände durch Schwinden nicht nothleiden sollen. Bei den Marinebauten verwendet man Eichenholz nie vor Ablauf von 6 bis 7 Jahren nach der Fällung.

Kommt lufttrockenes Holz in Räume, die stark mit Wasserdämpfen erfüllt sind, so nimmt es aus der Luft wieder Wasser in sich auf, es wird schwerer, und macht sich dabei eine Raumvergrösserung geltend, die man das Quellen des Holzes nennt, im Gegensatz zum Schwinden, das mit einem Saftverlust, einem Leichterwerden und einer Verminderung des Volumens verbunden ist. Der Grund aber dieses Quellens liegt in der hygroskopischen Eigenschaft der Hölzer.

Diese Eigenschaft beruht in der grossen Porosität der meisten Holzarten,

Digitized by Google

durch die sich eine äusserst starke Kapillarattraktion ergiebt; aber auch die Alkalien — hauptsächlich kohlensaures Kali — spielen hier eine wesentliche Rolle mit; diese sind in fast allen unsern Holzarten mehr oder weniger vorhanden und sind beim Verbrennen der Hölzer in deren Aschen leicht nachweisbar; in dem Grade als hygroskopisch wirkende Alkalien im Holze vertreten sind, in dem Grade wächst auch das Mass der Hygroskopie und ist demnach ein sehr verschiedenes; so ist Splintholz hygroskopischer wie Kernholz, so wie das an Alkalien reiche Zweigholz sich als besonders hygroskopisch erweist.

Eigenthümlich verschieden verhalten sich Hölzer, je nachdem sie in luftigen oder dumpfen Räumen gelagert sind; Eichenholz nimmt im ersteren Falle mehr Feuchtigkeit in sich auf, als in letzterem, während Kiefernholz sich grade umgekehrt verhält und auf dumpfigem Lager mehr Feuchtigkeit absorbirt als auf luftigem.

Das Schwindmass für die verschiedenen Holzarten ist ein ausserordentlich verschiedenes und ergiebt sich, wie schon erwähnt wurde, aus dem Feuchtigkeitsgehalte, bei Weichhölzern macht es sich schneller als bei Harthölzern bemerkbar, beim Splint schneller als beim Kernholz; aber auch die Art des Schwindens weist grosse Verschiedenheit nach.

Bei jedem Holze schwinden die Fasern: 1. nach der Länge, d. h. sie verkürzen sich. 2. Es ziehen sich die gesammten Holzringe nach ihrem Umfange zusammen und schliessen sich näher aneinander, welches ein Schwinden in die Breite verursacht; dies kann wieder ein Doppeltes sein, a) in der Richtung der Jahrringe, wenn das Holz nach denselben geschnitten ist, b) in der Richtung der Spiegelfasern, wenn das Holz nach dem Spiegel zertheilt ist.

Das Schwinden in der Richtung der Längsfasern ist sehr unbedeutend und kann in der Praxis fast immer ausser Acht gelassen werden; am bedeutendsten und bei der Verarbeitung alle Aufmerksamkeit verdienend ist das Schwinden in der Richtung der Jahrringe, welches zwei-, selbst dreimal das Schwinden nach dem Durchmesser oder in der Richtung der Spiegel übertrifft. Am stärksten schwinden die Markstrahlen.

Nach Nördlinger beträgt die Grösse des Schwindens: 1. nach der Richtung der Fasern, 2. nach der Richtung des Stammhalbmessers, 3. nach der Richtung senkrecht auf die Ebene der Spiegel in Procenten bei:

	1.	2.	3.		1.	2.	3.
Weissbuchen .	0,21	6,82	8,00	Eschen . .	0,26	5,35	6,90
Rothbuchen .	0,20	5,25	7,03	Espen . .	0,0	3,97	3,33
Feldahorn . .	0,0	2,03	2,97	Stahlweiden	0,0	2,07	1,90
Ulmen . . .	0,05	3,85	4,10	Linden . .	0,10	5,73	7,17
Ahorn . . .	0,11	2,06	4,13	Föhren . .	0,0	2,49	2,87
Birken . . .	0,50	3,05	3,19	Fichten . .	0,0	2,08	2,62
Eichen . . .	0,0	2,65	4,10	Erlen . . .	0,30	3,16	4,15

Digitized by Google

Das Schwinden und Quellen des Holzes äussert sich bei vielen Holzkonstruktionen auf die nachtheiligste Weise und ruft Veränderungen hervor, die wir mit den Ausdrücken: Werfen, Ziehen oder Verwerfen, Reissen und Springen bezeichnen; alle diese Vorgänge nennt man das Arbeiten des Holzes.

Beruhte dieses Arbeiten auf einer gleichmässigen Vergrösserung oder Verminderung der Dimensionen des Holzes in allen seinen Theilen, so wäre für den Bestand der betreffenden Konstruktion eine Gefahr nicht vorhanden. Wir wissen indess, dass bereits durch den elementaren Bau des Holzes viel Hinderndes eintritt, und hierzu kommen noch andere äussere Einwirkungen, wie ungleiche Stärke des verarbeiteten Holzes, ungleiche Einwirkung der Luftfeuchtigkeit oder eine Beschränkung des Raumes, wodurch das Sich-Ausdehnen unmöglich wird.

Beim Trocknen von Stämmen schwindet zuerst die Oberfläche, die äussern Lagen können den Kern nicht mehr vollständig umhüllen, und es bilden sich Trockenspalten.

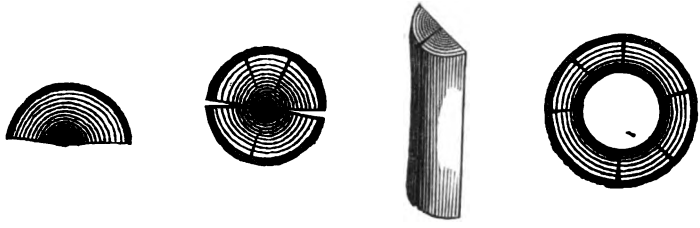
Erscheinungen des Schwindens am Bauholze.

1. Längsholz (Langholz, Sägebäume) in der Rinde kann sich in Folge der sehr allmäligen Austrocknung ziemlich gleichförmig zusammenziehen, dennoch aber ist ein gewisses Schwinden unvermeidlich, und wird es im Verhältniss um so geringer sein, je stärker der Klotz ist. Bleibt während des Austrocknens die Rinde ganz, so kann die Zusammenziehung vollkommen gegen den Mittelpunkt erfolgen, ohne dass sich dabei Risschen zeigen; hin und wieder wirkt die Rinde in Gemeinschaft des Splints, um, wenn sich Strahlenrisse an der Stirn des Holzes gebildet haben, diese vermöge ihrer Längenzusammenziehung zu erweitern. Oft aber platzt die Rinde bei der Austrocknung, und es entstehen starke, schon auf der Rundseite in die Augen fallende, gegen aussen bedeutend sich erweiternde Risse (Kernrisse). Ist der Stamm nach der Fällung entrindet, so reisst er sehr rasch und bedeutend auf, weil die äussern Schichten den innern in der Austrocknung voraneilen. Die grossen zahlreichen Risse werden zwar später, nachdem auch das innere Holz mehr Feuchtigkeit verloren und sich zusammengezogen hat, weniger stark klaffen, vorhanden bleiben sie aber doch immer und schaden der Brauchbarkeit des Holzes. Noch ist der Hirnflächen Erwähnung zu thun, die wegen besonders starker Dünstung zuerst strahlenförmige und oft äusserst zahlreiche und starke Risse bekommen. Auch diese können sich später wieder etwas zusammenziehen, allein oft bleiben sie, ziemlich stark klaffend auch in Folge des Längeschwindens im jüngern Holze.

Digitized by Google

Halbholz oder der Länge nach in zwei Theile gespaltene Bäume entgehen, wenn sie in der Rinde liegen bleiben, dem Reissen grösstentheils, höchstens entstehen einige leichte Kernrisse (Fig. 99); hin und wieder können, wenn der Splint sehr stark schwindet und die Rinde wenig Widerstand leistet, kurze Strahlenrisse, in dem Mittelpunkt gehend, entstehen (Fig. 100), oder es bildet sich eine Strahlenkluft, die das Halbholz in Viertelholz zu spalten sucht (Fig. 101).

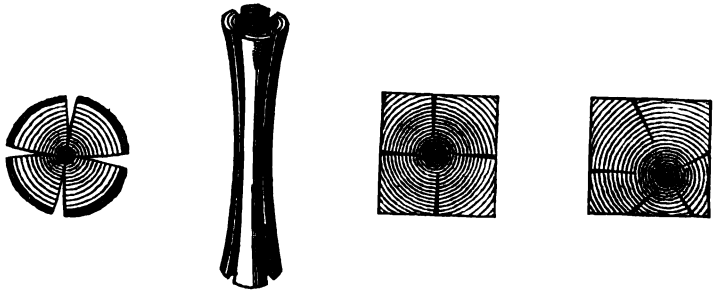
Fig. 99. Fig. 100. Fig. 101. Fig. 102.



Grünausgebohrte Rundhölzer (Wasserleitungsröhren) reissen gar nicht oder bekommen höchstens einige kleine Rísschen im Umfange, weil sie das herausgebohrte innere, weniger schwindende Holz nun nicht mehr hindert, sich gegen den Mittelpunkt nach Bedürfniss zusammenzuziehen. (Fig. 102.)

Viertelholz (Fig. 103) kann sich noch mehr als Halbholz nach seinem Bedürfniss zusammenziehen und bekommt deshalb, zumal wenn ihm

Fig. 103. Fig. 104. Fig. 105. Fig. 106.



auf der Splintseite die Rinde bleibt, nur selten und meist nur im Splint einige kleine unbedeutende schadlose Risse. Dagegen krümmt sich solches Viertelholz gern auseinander, weil die Wirkung des jüngern, sich stärker

Digitized by Google

zusammenziehenden Holzes, häufig durch die Rinde verstärkt, die des ältern Holzes weit überwiegt (Fig. 104).

Vierkantig beschlagenes Holz, dem sowohl der Splint als ein grosser Theil des jungen Holzes genommen ist, reisst im ganzen weniger als geschälte Rundstämme. Die Risse laufen zumeist vorzugsweise längs der Mitte der flachen Seite hin, weil hier der Kohäsionswiderstand gegen das Schwinden im Umfang der geringste ist (Fig. 105). Liegt des Baumes Mittelpunkt ausser der Mitte des Balkenquerschnitts, so bilden sich gewöhnlich an den Seiten, wo der Kern dem Umfange zunächst liegt, einige starke, sich gegen den Mittelpunkt aus keilende Risse, während die übrigen Risse dieselbe Stärke nicht erreichen (Fig. 106). Fällt des Baumes Mittelpunkt gerade auf die Ecke des Holzquerschnittes, so ist diese wie auch die beiden anstossenden Seiten in der regel frei von Rissen und bilden sich solche nur in der dem Mittelpunkt entgegengesetzten Ecke (Fig. 107).

Fig. 107. Fig. 108. Fig. 109. Fig. 110.

Parallelepipedisch beschlagene Balken sind zwar im allgemeinen denselben Regeln des Schwindens unterworfen wie quadratische; haben sie aber an den Schmalseiten mehr jüngeres Holz, als an den Breittheilen, und schwindet das junge Holz in der Länge sehr stark, so ist ein Bersten des Balkens von den Enden ab durch die Mitte möglich (Fig. 108); aus demselben Grunde krümmen sich die abfallenden Schwarten sowohl in der Länge als in der Breite. In ganz entsprechender Weise erfolgt das Schwinden bei den Brettern, die aus einem Stamm gesägt werden, das Mittelbrett verhält sich wie der eben erwähnte parallelepipedische Balken, es wird sich in der Mitte der Enden gern klüften, an den Säumen sich etwas verdünnen (Fig. 109), aber eben bleiben und sich nicht werfen, weil die Spannungen auf beiden Seiten die gleichen sind. Geht jedoch ein Sägeschnitt genau durch den Mittelpunkt des Baumes, so hat keines der Bretter den normalmässigen Bau des eben erwähnten Mittelbrettes, und je näher sie dem Splint rücken, desto stärker schwindet ihr Holz gegen aussen und wölbt sich dabei die Kernseite (Fig. 110).

Bretter nehmen somit die Gestalt einer flachen Rinne an und werden stets nach der Seite, auf welcher sie der feuchteren Luft ausgesetzt sind, konvex. Sonst wird die Seite des Brettes, welche dem Kern zuge-

Digitized by Google

kehrt war, konvex, und zwar findet eine um so grössere Krümmung statt, je mehr junges Holz das Brett enthält. Jeder Sägebaum giebt streng genommen nur ein fehlerloses Brett, das nämlich aus der Mitte genommene. Man bedient sich des Schwindens und Quellens des Holzes, um Verbandstücke künstlich zu biegen, zu welchem Zweck dieselben auf einer Seite erwärmt werden, während man sie auf der andern befeuchtet; dies benützen auch die Böttcher bei Herstellung ihrer Fässer; Felsblöcke werden durch das Quellen des Holzes zersprengt. Mit Ausnahme dieser und ähnlicher Fälle ist jedoch das Schwinden stets lästig und man bemüht sich, es unmerklich und unschädlich zu machen, und wendet hierzu aussergewöhnliche Mittel an.

Mittel gegen das Schwinden.

1. Zweckmässiges Austrocknen und äusserer Schutz gegen Feuchtigkeit, ferner Entfernen der dem Feuchtigkeitszustande günstigen Stoffe.

2. Zweckmässige Bearbeitung und Verwendung des Holzes mit Rücksicht auf dessen Längen- und Querrichtung, der Spiegelfasern, des Kernes und des Splintes.

3. Entsprechende Holzverbindungen.

4. Theilung in kleinere Stücke.

Das Schwinden des Holzes ist eine unvermeidliche Folge des Austrocknen des Holzes, deshalb sind auch Versuche durch mechanischen Widerstand (eiserne Reife), das Schwinden zu verhindern, erfolglos geblieben. Bei stärkerm Holz giebt es nur ein Mittel: die Belassung der Rinde. Um jedoch die Austrocknung zu ermöglichen, entrindet man die Stämme nur theilweise und zwar spiralförmig. (Fig. 111).

Fig. 111.

Um das Austrocknen schon vor dem Fällen vorzubereiten, wird der Baum im Frühjahre, sobald er zu treiben anfangen will, von den Aesten an bis herunter zur Wurzel abgerindet und dann im Herbste gefällt. Das Lufttrocknen darf nach dem Fällen nicht zu schnell geschehen, weil das Holz sonst leicht reisst, aber auch nicht zu langsam, weil es sonst zu stocken anfängt. Man beklebt auch wohl, um Kernrisse zu verhindern, die Hirnseiten mit Papier oder streicht sie mit einer Oelfarbe an. Ueberhaupt soll das Holz, während man es dem Trockenprozess aussetzt, von allen Seiten von Luft umspült und vor Berührung mit der Erde geschützt sein. Schnitthölzer liegen daher durch Unterlagen von einander getrennt, Spalthölzer über Kreuz oder im Quadrat überein-

Digitized by Google

ander, und hält man ein zeitweises Umlegen der Hölzer für rathsam. Senkrechtstehende Hölzer trocknen leichter als liegende und bekommen weniger Risse. Da kleine Stücke schneller trocknen als grosse, so wird das zu trocknende Holz zertheilt, wodurch der trocknenden Luft grössere Oberflächen dargeboten werden. Soll das Holz künstlich getrocknet werden, so genügt es für kleinere Stücke, sie mit Sand zu umhüllen und diesen bis auf 60—65 Grad C. zu erwärmen, wobei das Wasser in genügendem Grade entweicht.

Da starke Hölzer (besonders Eichenholz), an der Luft getrocknet, viele Jahre beanspruchen, um vollkommen lufttrocken zu werden, so hat man auf Mittel gesonnen, die Zeit, die das Lufttrockenwerden in Anspruch nimmt, abzukürzen, und liegt die Bedeutung der künstlichen Holztrocknung zu nahe, um sie nicht einer nähern Erörterung zu unterwerfen.

Die meisten Holzarbeiter begnügen sich damit, ihre Holzvorräthe durch die Witterung geschützt auf Lager zu legen, in der Werkstätte selbst aber die sogenannte Pampelage herzustellen; zu diesem Zweck wird ein hängendes Gerüst nahe der Decke der Werkstätte hergestellt und auf dasselbe das geschnittene Holz zu weiterm Trocknen aufgebracht; nur wenige unserer Holzarbeiter besitzen eine sogenannte Trockenkammer, die aber in den wenigsten Fällen den wirklichen Anforderungen, die man an eine solche stellen kann, genügt.

Zur Trockenkammer wird wohl irgend ein disponibler dunkler Raum von aussen geheizt, die Wärme wird dabei nicht kontrolirt, und was das Schlimmste ist, es ist in keiner Weise dafür gesorgt, dass die beim Trockenprozess sich entwickelnden Wasserdämpfe abziehen können, um so einen steten Luftwechsel zu ermöglichen; bei solchem Verfahren liegen die Hölzer nahe der Decke in einer weit höheren Temperatur, als die Hölzer nahe dem Boden, an die sich dann nur zu oft die Wasserdämpfe in der Art niederschlagen, dass sie total durchnässt werden! Da, wo in grössern Werkstätten Dampfmaschinen zum Betriebe der Arbeiten Verwendung finden, wird häufig die Abhitze des Dampfkessels zum Holztrocknen benutzt, aber auch hier meist nur in der primitivsten Art: über dem Dampfkessel wird nämlich ein Raum hergestellt, in den die Wärme ganz unkontrolirt eintritt, für den nothwendigen Luftwechsel, eine absolute Bedingung für jede Art von Trockenanstalt, aber gar nicht gesorgt ist.

Um jedoch Holz mit wirklichem Erfolg zu trocknen, sind drei Momente ins Auge zu fassen:

1. Das Trocknen darf nicht zu schnell erfolgen, weil sonst das Holz „rissig“ wird; und verlangt diese Bedingung eine regulirbare Heizung, die eine gleichmässig sich nach und nach steigernde Wärme ermöglicht.

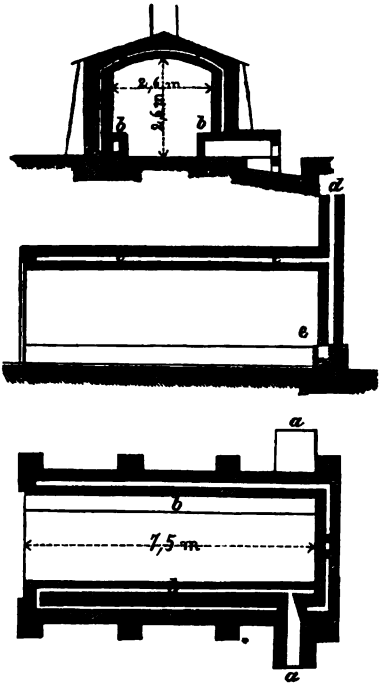
Digitized by Google

2. Darf dem Holze nicht zuviel oder gar alles Wasser entzogen werden, weil es dadurch seine Kohäsionsverhältnisse total verliert und ganz brüchig wird; es darf demgemäss die Hitze in der Trockenkammer für bestimmte Hölzer bestimmte Wärmegrade nicht überschreiten.
3. Muss für einen steten Luftwechsel gesorgt werden, damit die mit Wasserdämpfen geschwängerte Luft immer wieder durch erwärmte trockene Luft ersetzt wird.

Diese Bedingungen erheischen die Nothwendigkeit, dass man dem Holztrockenprozesse eine eingehende Aufmerksamkeit zuwendet, um bestimmte und genügende Resultate zu erzielen.

Einige brauchbare Trockenöfen für Holz mögen hier Platz finden:

Fig. 112.



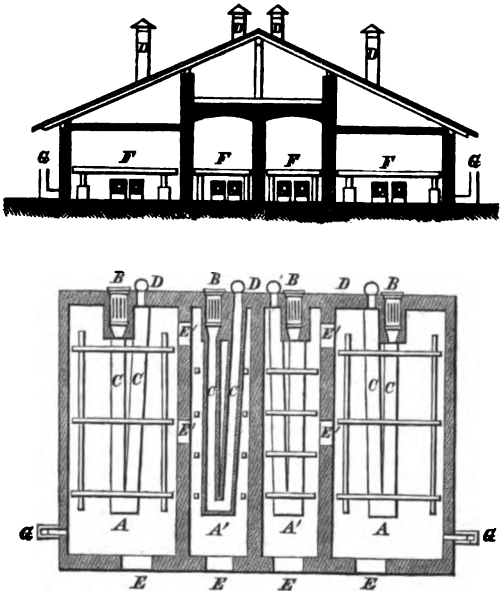
In Fig. 112 ist ein Apparat zum Trocknen von Eisenbahnschwellen, vor und nach dem Kreosotiren, dargestellt, der auf der Köln-Mindener Eisenbahn vorzügliche Dienste geleistet hat.

Der Trockenofen ist im Querschnitt, im Längenschnitt und im Grund-

Digitized by Google

riss dargestellt; der Raum, in den die zu trocknenden Eisenbahnschwellen, auf zwei Rollwägen geladen, eingebracht werden, ist 7,5 m. lang, 2,6 m. breit und 2,6 m. hoch. a a sind zwei an der Langseite des Ofens angebrachte und zur Kohlenheizung mit Rosten eingerichtete Feuerungen; b b sind zwei von diesen ausgehende Züge, welche mit den in den Wänden und der Decke gebildeten Zwischenräumen c c, und diese wiederum mit dem Schornsteine d in Verbindung stehen.

Fig. 113.



Hierdurch wird eine Zirkulation der Verbrennungsgase um den ganzen inneren Raum des Ofens ermöglicht und kann die Hitze im Trockenraum nach und nach auf 80 Gr. R. gesteigert werden. Den Verschluss der Trockenkammer bildet eine zweiflüglige eiserne Thür; um die Möglichkeit der Abführung der im Trockenraume sich bildenden Wasserdämpfe zu erwirken, ist es nothwendig, die Trockenkammer durch ein kleines Zugloch bei e und Regulirvorrichtung mit dem Schornstein in Verbindung zu setzen; die mit den Dämpfen gesättigte, abziehende Luft wird ersetzt durch Zuströmung der äusseren Luft durch die nie völlig dicht schliessende Thür des Trockenraumes.

Eine andere gleichfalls einfache Trockenkammer ist in Fig. 113 dargestellt; dieselbe ist in Gravenstaden, bekannt durch seine grossartig be-

Digitized by Google

triebene Holzindustrie, ausgeführt und in fortwährendem erfolgreichen Betrieb.

Die Kammern A für Fichtenholz, mit A' für Eichenholz sind an den Enden durch Thüren E geschlossen, dieselben sind mit Fenstern versehen, damit man durch sie den Zustand des zu trocknenden Holzes beobachten kann. Jede Kammer wird durch einen besonderen Ofen B bedient. Die beiden mittleren Kammern A', welche etwas schmäler als die äussern A sind, stehen mit diesen durch Thüren E', die nach Belieben offen oder geschlossen gehalten werden, in Verbindung. An die Kammern A sind Zugessen G aus Holz angesetzt, welche den aus dem trocknenden Holze entweichenden Dämpfen Abzug gewähren. Die Essen münden im Niveau des Fussbodens in die Kammer ein und erheben sich bis über das Dach des Gebäudes. Die Oefen B enthalten einen gewöhnlichen Feuerherd mit Rost und Aschenfall. Die Feuerbrücke hat eine Neigung von 30 Gr. gegen den Rost und mündet in einen langen, aus Ziegelsteinen gemauerten Kanal C, welcher bis nahe an's Ende der Trockenkammer reicht, dann umkehrt und nahe an der Feuerung in einen Blechschornstein B ausmündet. Bei dieser Anordnung der Züge wird die Wärme der Feuerungsgase zweckentsprechend ausgenutzt.

Die zu trocknenden Hölzer werden auf die Gerüste F aufgelegt und bleiben je nach ihrer Stärke bei ununterbrochener Feuerung 10—20 Tage in der Kammer. Ein Arbeiter hat die Temperatur zu überwachen und namentlich dafür zu sorgen, dass die Hölzer nicht reissen, was bei zu schneller Steigerung der Temperatur unvermeidlich eintreten würde. Für Eichenholz wird die geeignete Temperatur auf 40 Grad, für Fichtenholz auf 50 Grad angegeben.

Auch R. Napier zu Glasgow hat zum Trocknen von Schiffbauholz einen Trockenapparat gebaut, der in nachstehender Figur 114 a, b und c im Längen- und Querdurchschnitte dargestellt ist: a ist der Ofen oder Feuerraum; b die Roststäbe; c ist der Aschenfall; d die Scheidewand; e der untere Kanal; f ein Register in dem zum Schornstein führenden Kanal; g das zu trocknende Bauholz; h die Thür, welche in die Trockenkammer führt; der Apparat selbst besteht aus einer Kammer von etwa 18 m. Länge, 1 m. innerer Breite und etwa 2,25 m. Höhe; die Wände bestehen aus 28 cm. starken Ziegelsteinen und die Decke aus 15 cm. starken Steinplatten. An dem einen Ende dieses Raumes befindet sich der Heizapparat, am Boden hin dagegen ein Kanal, der an der entgegengesetzten Seite der Kammer in einen Schornstein einmündet, dabei ist der Feuerraum von der Trockenkammer durch eine circa 1,2 m. hohe Scheidemauer von Ziegelsteinen getrennt. Diese Scheidemauer bildet einerseits einen Mischungsraum und Funkenfänger und andererseits führt sie die Flamme oder erhitzten Gase zum obern Theil der Trockenkammer, welche das zu trocknende Bauholz enthält. Nachdem das Brennmaterial in dem Feuer-

Digitized by Google

raum entzündet worden ist und die Verbrennungsprodukte sich entwickeln, nehmen dieselben zuvörderst den obern Theil der Kammer ein, strömen nach und nach abwärts, umspielen auf diesem Wege alles Holz, absorbiren die in demselben befindliche Feuchtigkeit und führen sie durch den Schornstein ab.

Der Feuerungsraum ist nun so konstruirt, dass die Flamme oder die gasförmigen Verbrennungsprodukte abwärts durch den Rost strömen; hierdurch wird ein doppelter Zweck erreicht, einmal werden, was bei direktem Feuer leicht eintreten könnte, die zu trocknenden Hölzer gegen das Entzünden geschützt und ferner wird das Bauholz so rein als möglich erhalten, indem man den Rauch auf ein Minimum vermindert und seine Menge fast unabhängig von der Geschicklichkeit des Heizers macht.

Fig. 114a.

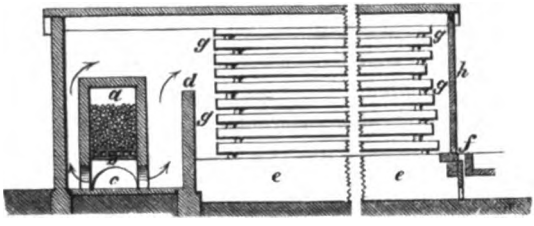
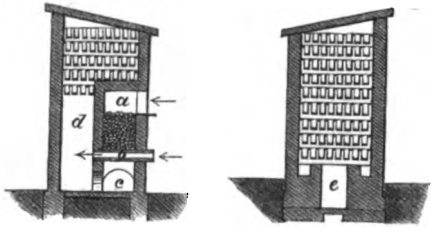


Fig. 114b u. c.



Die Roststäbe bestehen aus Gusseisen und sind hohl, so dass Luft hindurchströmen kann, die an dem einen Ende kalt eintritt und am andern warm ausströmt, sich in der Trockenkammer verbreitet und zu deren Temperaturerhöhung beiträgt; zu gleicher Zeit verhindert diese durch die Roststäbe strömende Luft deren schnelle Zerstörung durch die Hitze.

In diesem Trockenofen wurden 10 Kbm. 18 cm. breite und 7,5 cm. dicke tannene Bohlen, welche etwa 7 Tonnen[1]) wogen und in der Länge

[1]) Eine Tonne gleich 20 Zentner.

Digitized by Google

etwa 1155 m. massen, in 11 Reihen, jede auf Querhölzer gelegt, getrocknet. Nach Verschluss der Thür wurde auf dem Herde das Koksfeuer angezündet; nachdem es 50½ Stunden gebrannt hatte, wurden die vier oberen Reihen herausgenommen und gewogen, worauf das Feuer noch weitere 14 Stunden erhalten wurde und dann erlosch; hierauf entleerte man den Ofen.

Als Resultat ergab sich ein Gewichtsverlust von durchschnittlich 17 pCt. und wurden an Koks 12½ Ztr. verbraucht, so dass jedes Pfund fast 3,2 Pfund Wasser aus dem Holze verdampfte.

In neuester Zeit hat Forstrath Dr. Nördlinger es unternommen, künstlich getrocknete Hölzer gegen natürlich getrocknete in Vergleich zu stellen. Die angestellten Versuche, wobei die künstlich getrockneten Hölzer vorher gedämpft worden waren, ergaben insofern als Resultate, so geringe Modifikationen, wie man sie nicht erwartet hatte. Die Ergebnisse der Nördlinger'schen Experimente lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Je dünner die zu trocknenden Hölzer ausgesägt sind, je mehr sie bei gleicher Saftmenge aus Splint bestehen, desto grösser und rascher der Erfolg der künstlichen Trocknung.

2. Gedörrtes Holz, weil trockner als das entsprechende natürlich belassene, erreicht seine endliche Trockenheit und damit sein geringstes Lufttrocken-Volumen früher als das natürliche.

3. Gedörrtes Holz zeigte, feuchter Luft ausgesetzt, geringere Dunstabsorption als natürliches.

4. Bei und trotz dieser geringen Dunstaufnahme arbeitete d. h. quellte das gedämpfte Holz um einige Procente mehr als natürliches.

5. Das spezifische Trockengewicht gedämpften und natürlichen Holzes stellt sich überraschend gleich, so dass wohl der behauptete Gewinn grösserer Härte durch Dämpfen und Dörren unbedeutend sein muss.

6. In keinem Falle leidet die Zug- und Druckfestigkeit durch die künstliche Austrocknung.

7. Die Operation verändert einigermassen die Farbe des Holzes zumal des Splintes. Dieser wird häufig unansehnlicher bräunlich. Buchenholz dagegen färbt sich auffallend und für das Auge ansprechend röthlich oder roth.

(ad 3. 4. möchten die gefundenen Resultate zweifelhaft erscheinen und beruhen wohl auf zufälligen Umständen[1]).

In England hat man das Holz in luftdichten Gefässen eingeschlossen, diese durch einen Dampfmantel auf circa 75° R. erhitzt und nun eine Luftpumpe mit dem Gefäss in Verbindung gesetzt. Bei einer Barometerhöhe von 6—9 cm. ist die Austrocknung ziemlich schnell vollendet. Auch mit überhitztem Wasserdampf, der aber nicht heisser als 150° C. sein darf, hat man Holz mit Erfolg ausgetrocknet. Zu diesem Behufe lagert

[1]) Hölzertrocknung durch Hitze von Forstrath Dr. Nördlinger in Hohenheim; Centralblatt für das gesammte Forstwesen (Wien) Juni, Heft 6. 1879.

Digitized by Google

man das Holz in eiserne Kästen und lässt den überhitzten Wasserdampf so lange durch diese strömen, bis die Austrocknung erfolgt ist.

In Amerika lässt man, nach neuesten Berichten, um Holz zu trocknen, einen luftdicht schliessenden Behälter durch eine am Boden sich befindende Dampfrohrleitung erwärmen; die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft wird mittelst eines Ventilators abgezogen, durch einen Kondensationsapparat gepresst und wieder zurück in den Trockenraum gebracht, so dass die zum Trocknen verwendete Luft stets ein und denselben Kreislauf macht[1]).

Für Bretter und Furnire werden in neuester Zeit, um sie zu trocknen, Dampfpressen verwendet, mittelst welcher, anstatt in Trockenkammern, dieselben innerhalb 2 bis 20 Minuten vollständig getrocknet werden[2]).

Anstriche mit heissem Oel dringen wenig tief in's Holz ein, dagegen kann man das Holz mittelst einer kräftigen Druckpumpe vollständig mit Oel sättigen und so gegen das Werfen, zugleich auch gegen Fäulniss und Wurmfrass schützen.

Um das Holz in der für manche Zwecke durchaus erforderlichen Trockenheit verwenden zu können, genügt es nicht, es einmal durch Anwendung von Wärme von seinem Wasser befreit zu haben, weil es, wie schon erwähnt, sehr hygroskopisch ist. Diese Eigenschaft verliert es nur dann mehr oder weniger, wenn der Saft aus dem Holze entfernt wird; weil gerade die im Safte gelösten Substanzen die hygroskopische Eigenschaft besitzen. Man kann nun den Saft in verschiedener Weise entfernen.

Lässt man das Holz zwischen Walzen durchgehen, so wird der Saft ausgepresst; das Holz wird dadurch härter, dichter und schwerer, zeigt wenig Neigung wieder anzuquellen, selbst wenn man es befeuchtet, und unterliegt wenig dem Schwinden und dem Werfen; dies Verfahren jedoch, wie ein anderes, komprimirte Luft an der innern Hirnfläche auf das Holz einwirken zu lassen, wobei fast die Hälfte des Saftgehaltes ausgepresst wird, haben keine allgemeine Anwendung gefunden, wogegen das Auslaugen des Holzes mit Wasser oder Dampf sich gut bewährt hat.

Ein geringes Auslaugen erfolgt schon beim Wassertransport der Hölzer durch das Flössen, vollständiger jedoch durch das Versenken des Holzes unter Wasser und namentlich stark fliessendem Wasser, wobei das Stammende gegen die Strömung gerichtet wird; ist fein zertheilter Quarz im Wasser, sq dringt dieser wohl in die geöffneten Poren des Holzes ein und beginnt den Versteinerungsprozess. Das Auslaugen in fliessendem Wasser geht sehr langsam von statten und nimmt man eine Zeit von zwei Monaten dazu an.

---

[1]) Beschreibung und Abbildung des Apparates: Scientific American 1878. Bd. 38. S. 114.

[2]) Der Maschinenbauer 1878. S. 156.

Digitized by Google

Viel wirksamer ist aber das Auskochen des Holzes in Kesseln über direktem Feuer, es führt in einigen Stunden zum Ziel, ist aber nur für kleinere Stücke (Dachschindeln) anwendbar.

Weitaus am vortheilhaftesten ist das Auslaugen mit Dampf; zu diesem Zweck sind Apparate in Anwendung gekommen, deren wesentlicher Theil in einem luftdicht schliessenden Kasten aus dicken fichtenen Bohlen bestehen; dieser Kasten von 3,6 m. Länge, 1,5 m. Breite und 1,8 m. Höhe ruht etwas schräg gestellt auf irgend einer festen Unterlage und besitzt an der tiefsten Stelle einen Hahn zum Ablassen der kondensirten Flüssigkeit; den Dampf lässt man aus einem Dampfkessel durch eine kupferne Röhre in den höchsten Punkt des mit dem auszulaugenden Holze gefüllten Dampfkastens anfangs langsam, dann aber verstärkt einströmen, wobei zwischen der 30. und 60. Stunde die vollständige Auslaugung erfolgt; es entrinnt dann dem geöffneten Hahn eine trübe, schleimige, lebhaft widerlich riechende, scharf schmeckende Flüssigkeit, die von Eichenholz schwarzblau, von Kirschbaumholz röthlich, von Fichten- und Ahornholz gelblich und von Lindenholz röthlich-gelb ist. Von der 60. bis 80. Stunde wird dann das abfliessende Wasser heller, endlich ganz rein und bekundet dadurch, dass der Auslaugungsprozess beendet ist. Die ausgelaugten Hölzer lässt man nun entweder an der Luft trocknen oder bringt sie in eine Trockenkammer, nachdem man vorher die Hirnseiten verklebt hat. Alles gedämpfte Holz besitzt eine dunklere Farbe (Tannen- und Fichtenholz ist bräunlich-gelb, Birnbaum röthlich-braun, Ahorn röthlich, Mahagoni tiefroth, Buchenholz braun, Eichenholz russbraun, Nussbaum schwarzbraun, Kirschbaum hell- oder dunkelroth), ist klingend, wenn man dagegen schlägt, um 40 pCt. leichter als frisches und 5—10 pCt. leichter als lufttrockenes Holz, es ist ferner härter und widerstandsfähiger, nicht mehr hygroskopisch und fault nicht. Kommt das Holz aus dem Dampfkasten heraus, so lässt es sich in die verschiedensten Formen biegen und behält die Krümmung nach dem Trocknen bei, auch kann man es in Formen pressen, wodurch es noch fester, härter und klingender wird. Die beim Dämpfen von Eichenholz abfliessende Lauge enthält viel Gerbstoff und kann als solcher Verwendung finden.

Besonders nimmt das Dämpfen von Möbelhölzern, um diesen jede beliebige Form geben zu können, immer grössere Dimensionen an; solche Biegungen werden unter Anwendung von Metallschienen erzeugt, welche die konvexen Theile des Holzes zu fesseln haben. Am grossartigsten arbeiten die Gebrüder Thonet in ihren Wiener Stuhlfabriken in Oesterreich, Mähren und Ungarn mit 4500 Arbeitern, denen eine Maschinenkraft von 260 Pferden zur Seite steht; täglich werden 2000 Möbelstücke fertig gestellt[1]).

[1]) Dr. Exner, das Biegen des Holzes mit besonderer Berücksichtigung der Thonet'schen Industrie 1876.

Digitized by Google

Das Dämpfen der Holzes kommt gegenwärtig auch in sinnreicher Weise zur Herstellung von Intarsien in Anwendung; der Process, auf dem eine solche eingelegte Arbeit beruht, ist folgender: Zur Einlage wird ein Furnir aus hartem Holze gewählt in der betreffenden Form ausgeschnitten und auf ein anderes glatt gehobeltes Holz, das die Einlagearbeit aufnehmen soll, aufgeleimt. Die Form der Einlage wird ferner auch aus dünnem, 1 mm. dickem Zinkblech ausgeschnitten und damit das ausgeschnittene Furnir bedeckt. Das Ganze setzt man dann der Wirkung von heissen Dämpfen aus und treibt es endlich zwischen zwei kräftigen Walzen-Paaren hindurch. Das zweite Walzen-Paar ist etwas enger gestellt als das erste, und erst durch den zweiten Druck erfolgt das vollständige Einpressen der Intarsien in die betreffende Holzfläche. Nach Entfernung der Blechschablone wird das Ganze abgehobelt und nach Belieben weiter behandelt[1]).

In Hinsicht auf die zweckmässige Bearbeitung und Verwendung des Holzes wird vor allem empfohlen auf die Richtung der Fasern und auf die Lage der Spiegel, den Kern und den Splint Rücksicht zu nehmen, Holzplatten, welche so gearbeitet werden, dass ihre Fläche Hirnholz ist und die Fasern der Länge und Dicke derselben entsprechen, werfen sich wenig, weshalb man zu gewissen Zwecken, z. B. zu den Holzschnitten solche Tafeln verfertigt.

Da Holz, nach dem Spiegel geschnitten, weit weniger dem Schwinden unterworfen ist, als nach den Jahrringen, so wird Werkholz womöglich in dieser Richtung gespalten. Auch die Lage von Splint und Kern an Holzstücken ist mit Aufmerksamkeit zu beachten. Wird der Kern überall vom Splint umgeben, so erfolgt keine Krümmung z. B. an hölzernen Säulenstücken, die man rund lässt oder regelmässig acht- oder auch vierkantig beschlägt; bohrt man dabei den innern Kern heraus, so werden sie nicht kernrissig werden, indem sie dann auch von innen austrocknen können, und eine gleiche Spannung der Holzfasern eintritt. Befindet sich der Kern an einem Holzstücke vorzugsweise auf der einen, der Splint auf der andern Seite, so krümmt sich dasselbe sehr leicht, und muss diesem Uebelstande durch die Art und Weise der Verwendung des Holzstückes entgegengewirkt werden. Liegende Hölzer z. B. Balken, die auf einer Seite mehr Kern, auf der andern mehr Splint haben, krümmen sich mit dem Kern nach oben, daher man diesen Theil nach oben richten soll, weil dann die Schwere des Holzes der Krümmung entgegenwirkt; dieses Holz kann dann auch stärker belastet werden als eines, welches fehlerhaft mit der Splintseite nach oben gelegt wird, wobei Gewicht und Werfen vereint zum Durchliegen (Sichsenken in der Mitte) wirken. Alle stehenden Hölzer, welche wie die Bollwerks- und Schleusenwände einen Seitendruck durch hinterfüllte Erde oder auf andere Weise erleiden, müssen ihre Kernseite dem

[1]) Maschinenbauer 1879. S. 223.

Digitized by Google

Druck entgegenstellen. Alle senkrecht stehenden Stiele in Holzwänden müssen so gestellt werden, dass die dazwischen gespannten Holzriegel dem Werfen entgegenwirken, indem sie die erstern auseinander halten.

Bretter und Bohlen werden gegen Krümmungen geschützt, indem man sie der Mitte nach trennt und die Theilstücke so zusammenkittet, dass Kern an Splint zu liegen kommt; es ist nicht zu leugnen, dass Kern- und Splintholz ungleich in der Dicke schwinden, hierdurch Unebenheiten entstehen können, und wurde deshalb die entgegengesetzte Methode, Kern an Kern, Splint an Splint zu setzen, vorgeschlagen. Für das zweckentsprechendste halten es jedoch alle praktischen Holzarbeiter, von den mittelsten Brettern eines Stammes, welches die besten sind, das vertrocknete Mark auszuschneiden und dann das eine Theilstück umgewendet mit der Splintseite an die Kernseite der andern zu leimen oder zu kitten.

Von besonderer Wichtigkeit in Hinsicht auf das Schwinden sind zweckmässige Holzverbindungen. So wendet man bei Thüren tief genuthete Rahmwerke an, in welchen sich die mit Federn eingesetzten Füllungen nach allen Richtungen hin bewegen können und ein Reissen der letzteren nicht stattfinden kann. Holztafeln, die sich nicht werfen sollen, verdoppelt man und lässt die Holzfasern sich kreuzen, oder man sichert die einfache Holztafel durch eingeschobene oder aufgesetzte Hirnleisten gegen die sonst eintretende Biegung; am sichersten geht man jedoch, wenn man Holzarbeiten aus verschiedenen Holzarten, die ein ungleiches Schwindungsvermögen haben, zusammensetzt. Man leimt zu diesem Zweck die verschiedenen Holzarten mit sich kreuzenden Fasern über- und aneinander und wählt z. B. Linden- und Mahagoniholz, letzteres als ein sehr stehendes Holz in die Mitte, das Lindenholz ober- und unterhalb desselben.

Ausserordentlich förderlich diesem Zwecke ist endlich noch das möglichst vielfache Zertheilen des Holzes, weil es um so vollkommener austrocknet, je mehr es der Luft viele Berührungsflächen darbietet, und weil die Kleinheit des Schwindens sich nicht mehr bemerkbar machen kann; dies Verfahren wendet man bei allen Tischlerarbeiten, besonders bei Parkettböden in höherem oder geringerem Grade an.

Bearbeitung des Holzes.

Die Manipulationen, durch die das Holz bei der Bearbeitung umgestaltet wird, sind höchst verschiedener Art und wurden in früherer Zeit ohne Beihülfe von Maschinen betrieben; den ersten Anlass zur Konstruktion einer Maschine für Holzbearbeitung gab wohl die eintönige Arbeit des Sägens; die grobe Arbeit, aus Sägebäumen Bohlen oder Bretter zu schneiden, wird in den meisten Fällen von Sägemühlen übernommen, obwohl das

Digitized by Google

Schneiden mit der Handsäge, wobei der Sägeblock auf ein hohes Gerüst zu liegen kommt, noch an manchen Orten beibehalten ist. Bei den Sägemühlen sind entweder ein oder mehrere Sägeblätter in ein Gatter eingespannt und bewegen sich dieselben mit einer Geschwindigkeit von 1,8 bis 3 m. per Sekunde in nahezu senkrechter Richtung; die Detailkonstruktionen dieser Sägemühlen, deren Triebkraft entweder Wasser oder Dampf ist, sind sehr verschiedener Natur. Speziell auf diese und die noch weiter zu erwähnenden Maschinen einzugehen, ist uns an diesem Platze jedoch nicht gestattet.

Man wendet zum Brettersägen auch grosse Kreissägen an, welche zwar viel Kraft benöthigen, aber schön und schnell arbeiten; die Peripheriegeschwindigkeit beträgt hierbei je nach der Grösse und Dicke des Blattes zwischen 12 und 15 m.

Auch Schneidemaschinen mit Sägeblättern ohne Ende sind, indessen nur vereinzelt, angewendet worden, um Balkenholz und Bretter zu schneiden.

Eine verbesserte Methode des Schneidens und Trocknens von dünnen Brettern und Furniren besteht einerseits in der Anwendung einer Schneidemaschine, deren wesentlicher Bestandtheil nicht von einem Sägeblatte, sondern von einem Messer gebildet wird, welches einen ziehenden Schnitt führt, dabei fallen die Schnittflächen so glatt aus, dass ein weiteres Behobeln gar nicht nöthig ist; ferner dient zum Trocknen der Furnire und Bretter eine Dampfpresse, mittelst welcher, anstatt in Trockenkammern, dieselben innerhalb 2 bis 20 Minuten vollständig getrocknet werden[1]).

In Amerika werden neuerdings auch Schindeln und Kistenbretter auf einer patentirten Säge geschnitten; nach zuverlässigen Berichten lassen sich auf derselben in 10 Arbeitsstunden aus Nadelhölzern 30 000 bis 40 000 Stück, aus hartem Holze 12 000 bis 15 000 Dachschindeln herstellen.

Im Bau von Maschinen zur Bearbeitung des Holzes sind in neuester Zeit grosse Fortschritte gemacht worden; Amerika, wo die Menschenkräfte die höchsten Preise haben, hat in allgemeiner Einführung von Holzbearbeitungsmaschinen den Anfang gemacht; England und Frankreich folgten bald nach und waren bereits 1851 in London, 1855 in Paris Maschinen dieser Art ausgestellt; in Deutschland schreitet man nur langsam voran. Zwar sind in Fabriken und grösseren Etablissements des Inlandes Holzbearbeitungsmaschinen vielfach im Gebrauch, dagegen fehlen sie fast ganz in kleinen Geschäften wie Zimmermanns-, Schreiner- und Wagner-Werkstätten, und liegt die Ursache hiervon weniger im Mangel an Interesse für diese Maschinen und in Vorurtheilen gegen dieselben, als vielmehr darin, dass die Arbeitstheilung in den Kleingewerben nicht in dem Masse besteht, wie dies wünschenswerth erscheint und dass noch wenig brauchbare Maschinen für den Kleinbetrieb vorhanden sind.

---

[1]) Der Maschinenbauer 1878. S. 156.

Digitized by Google

Uebrigens ist auch in Erwägung zu ziehen, dass trotz aller Ueberzeugung dem Handwerker oft die Mittel zur Erwerbung solcher Werkzeugmaschinen fehlen, dass ferner seine Werkstätte nicht zur Aufstellung und zum Betrieb derselben geeignet ist.

Am geeignetsten erscheint es daher eigene Etablissements zu gründen, in welchen durch Maschinen alle Hölzer zugerichtet werden; hier hätte z. B. das Abhobeln und Fugen von Fussbodentafeln, das Hobeln, Kehlen und Stemmen etc. von Thürbekleidungen, die Anfertigung von Fensterrahmenholz und allen möglichen Kehl- und Gesimsleisten etc. zu geschehen; alle diese Arbeiten könnten aus der Werkstätte verlegt werden, wie dies mit dem Furnirschneiden schon lange geschehen, und würde dieselbe nur noch benutzt zum Zusammensetzen, Verleimen, Verputzen, Poliren, mit einem Worte zum Fertigmachen.

Die Holzbearbeitungsmaschinen, die gegenwärtig als praktisch sich bewährt haben, theilen sich in Sägemaschinen, Holzbiegemaschinen, Holzhobelmaschinen, Schabmaschinen, Fräsemaschinen, Bohrmaschinen, Stemmmaschinen, Zapfen- und Nuth-Fräsmaschinen, Drehmaschinen.

Auch sogenannte Universal-Holzbearbeitungsmaschinen sind bereits vielfach in Thätigkeit; in dieser Beziehung liefert die Fabrik von J. A. Fay zu Cincinnati in Ohio eine Maschine, die für 22 verschiedene Operationen der Holzbearbeitung eingerichtet ist; diese Maschine arbeitet mit 4 Riemen, die gleichzeitig oder nach einander in Betrieb gesetzt werden können. Diese Maschine hat in der letzten Pariser Ausstellung den ausgezeichneten Ruf, der ihr vorausging, vollständig gerechtfertigt[1]).

Sogenannte Universal-Tischlermaschinen liefert auch die Werkzeug- und Maschinenfabrik in Ortlikon bei Zürich; dieselben nehmen sehr wenig Platz zum Betriebe in Anspruch und vereinigen in sich eine Bandsäge, eine Bohrmaschine und eine Hobelmaschine[2]).

Das Nähere hierüber ist zu finden in J. Lindenhagen „die zur Bearbeitung des Holzes angewendeten Werkzeug-Maschinen", dann in dem Gewerbeblatte für das Grossherzogthum Hessen, Holzbearbeitungsmaschinen der Gebrüder Schmaltz in Offenbach (No. 38 und 42, 1865—1866)[3]).

---

[1]) Näheres siehe den Maschinenbauer (Abbildung und Beschreibung) 1878. S. 396.

[2]) Näheres Dingler's Journ. 1878. Bd. 230. S. 4.

[3]) Collectaneum über neuere Holzbearbeitungs-Maschinen siehe Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1872.

Digitized by Google

Von der Dauer des Bauholzes und dessen Zerstörung durch Fäulniss, Holzschwamm, Wurmfrass und Feuer.

Die Dauer des Holzes kann nachgewiesenermassen eine sehr grosse sein; viele der eichenen Dübel in ägyptischen und griechischen Tempeln, womit die einzelnen Quadern verbunden wurden, sind vollkommen erhalten und es ist nicht schwierig, Holzkonstruktionen verschiedener Holzarten nachzuweisen, die nahezu tausend Jahre alt sind, der vielen Ueberreste aus dem Mittelalter nicht weiter zu gedenken; bei allen jedoch war der geeignete Schutz gegen den Wechsel der Witterung vorhanden.

Im allgemeinen nimmt man nach den bisher gemachten Erfahrungen an, die durchschnittliche Dauer des Eichenholzes bei den Wasserbauten, wo das Holz abwechselnd der Nässe und der Trockenheit ausgesetzt ist, sei 30—40 Jahre, während im Trocknen zu Landbauten verwendet das Eichenholz, gegen den Wechsel der Witterung durch dichte Dachung geschützt, eine wenigstens 100jährige Dauer habe, wenn anders der Wurm es nicht zerstört. Bei Kiefernholz setzt man die Dauer im ersten Fall auf 15—20 Jahre, in letzterem auf 50—60 Jahre an.

Ueber die Dauer unserer einheimischen Hölzer sind von Pfeil und Nördlinger die eingehendsten Untersuchungen angestellt; die folgende Tabelle giebt die hieraus gezogenen Durchschnittswerthe:

	Dauer an der Luft vor Regen geschützt	im Freien	zu Wasserbauten verwendet
Eiche	100 Jahre	100 Jahre	100 Jahre
Lärche	95 -	40—85 -	80 -
Ulme	80—100 -	60—90 -	90 -
alte harzige Kiefer	90 -	40—85 -	80 -
Fichte	50—75 -	40—67 -	50 -
Esche	30—95 -	15—64 -	unhaltbar
Buche	15—95 -	10—60 -	70—100 Jahre
Weide	35—40 -	30 -	unhaltbar
junge Kiefer . .	15—60 -	—	—
Erle	25—38 -	20—40 -	100 Jahre
Pappel	25—35 -	20—40 -	unhaltbar
Birke	20—38 -	15—40 -	unhaltbar.

Ueber die durchschnittliche Dauer von Bahnschwellen finden sich im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnbauwesens folgende Angaben:

Digitized by Google

Eiche	14	—16 Jahre
Lärche	9	—10 -
Kiefer	7	— 8 -
Tanne	4	— 5 -
Fichte	4	— 5 -
Buche	2½	— 3 -

Ueber die Dauer der in den Boden eingerammten Pfähle hat Hartig Versuche angestellt und folgende Resultate gefunden:

Akazie	nach 10 Jahren vollkommen erhalten.
Lärche	
Eiche	nach 10 Jahren die Splintlage mehr oder weniger verfault.
Kiefer	
Tanne	
Fichte	
Silberahorn . . .	nach 8 Jahren an der Erde abgefault.
Ulme	
Ahorn (pseudopl.)	
Birke (alba var.) .	
Esche	
Vogelbeere . . .	

Buche	nach 5 Jahren an der Erde abgefault.
Hainbuche . . .	
Birke	
Erle (alba t.) . .	
Aspe	
Ahorn (platanoides)	
Linde	
Platane	
Rostkastanie . .	
Pappel	

Einfluss auf die Dauer des Holzes hat die Fällzeit, wie das bereits besprochen wurde; ob der Mond einen Einfluss auf die Dauer des Holzes zu üben im Stande sei, wie dies vielfach geglaubt wird, ist mehr als zweifelhaft. Dagegen ist die Struktur des Holzes bei der Dauer in Betracht zu ziehen, indem dichtes, festes Kernholz mit engen Jahrringen äussern Einflüssen am hartnäckigsten widersteht.

Im allgemeinen kann man behaupten, dass je poröser und schwammiger ein Holz ist, desto mehr ist es dem Einflusse der atmosphärischen Luft ausgesetzt, und es wird ein schweres Eichenholz gegenüber einem leichten (brauschen) eine viel grössere Haltbarkeit nachweisen. Keineswegs aber steht die Dauer der Hölzer mit dessen specifischem Gewichte in Verhältniss, denn wie bekannt, haben die in- und ausländischen Nadelhölzer trotz ihres geringen specifischen Gewichtes mehr Dauer als Birken-, Roth- und Hainbuchenholz. Von Zeder, Wachholder, Eibenbaum und Cypressen weiss man, dass sie dauerhafter selbst als Eichenholz sind; dies erklärt sich aber nicht aus der Struktur dieser Hölzer allein, sondern hier wirken der grosse Harzgehalt und die vorhandenen ätherischen Stoffe konservirend mit ein.

Hölzer, welche stark aufreissen, leiden wegen des leichten Eindringens der Nässe und Bildung von Schwämmen mehr, als etwas minder dauerhafte aber weniger aufreissende.

Digitized by Google

Hauptsächlich sind es die chemischen Bestandtheile des Holzes, welche bei genügender Feuchtigkeit und entsprechender Temperatur seine Dauer beeinflussen.

Der am wenigsten zerstörbare Theil des Holzes ist die Holzfaser (Cellulose, Lignin); nicht viel zersetzungsfähiger sind die dem Holze angehörenden Stoffe als Zucker, Dextrin, Gummi, Stärkemehl.

Gerbstoff, Harze, fette und flüchtige Oele, wie Terpentin dürfen wir als chemisch oder mechanisch der Holz-Zersetzung entgegenwirkend betrachten, so dass ihr Vorkommen in grosser Menge in einer Holzart vortheilhaft erscheint. Pflanzenleim und Eiweiss (Klebermehl) aber bezeichnet die Chemie als Stoffe, die stickstoffhaltig und daher leicht zersetzungsfähig sind und zunächst am meisten zur Fäulniss des Holzes beitragen. Ihre Entmischung ist es, die sich den andern, an sich weniger gährungsfähigen Stoffen, darunter auch der Holzfaser mittheilt und sie entmischt; aber die Natur wirkt nicht bloss durch die chemische Beschaffenheit der den Holzkörper zusammensetzenden Stoffe zersetzend ein, sondern auch durch die Bildung niederer Organismen (Pilze), die die Entstehung der Fäulniss mit bewirken und fördern.

Da der Saft der Bäume Zucker und Stärkemehl enthält, so kann eine sogenannte geistige Gährung eintreten; es wird hierbei der Zucker entmischt und Alkohol gebildet, wobei jedoch der Sauerstoff der atmosphärischen Luft nicht mit beigezogen erscheint.

Ein Erzeugniss dieses Zersetzungsprozesses ist ohne Zweifel der Wein- oder Säuregeruch, den man so oft in Holzmagazinen wahrnimmt, und der sich auch äussert bei stehenden Eichen, denen öfters eine nach Essig riechende Jauche an anbrüchigen Stellen entfliesst.

Im allgemeinen aber spielen Zucker und Stärkemehl bei Entmischung grünen und trockenen Holzes eine untergeordnete Rolle, sie werden nur so zu sagen mit in den grössern Prozess verwickelt.

Lässt man grünes Laub- oder Nadelholz bei warmer Witterung in der Rinde liegen, so geht der gährungs- und fäulnissfähige Saft oft in wenigen Tagen in Zersetzung über und alles mit Saft durchdrungene junge Holz erstickt oder läuft an, d. h. wird grünlich-blau wie der Nadelholzsplint, oder bläulich-braun wie das Eschenholz, oder braun wie Eichenholzsplint.

Angelaufenes Holz, schnell ausgetrocknet und im Trocknen verwendet, ist dadurch in der Holzfaser noch nicht verändert, aber bei ungünstigen Umständen zur weiteren Zersetzung geneigter als anderes.

Die tiefer eingreifenden Entmischungsvorgänge des Holzes nennt man Vermoderung, Fäulniss und Humificirung.

Die Vermoderung, auch trockene Fäulniss genannt, bedingt die Anwesenheit von Sauerstoff und geht bei verhältnissmässig geringer Feuchtigkeit von statten, während Fäulniss und Humificirung nicht der Mit-

Digitized by Google

wirkung des Sauerstoffes bedürfen und daher unter Wasser oder tief unter der Erde vor sich gehen, und hierbei tritt Fäulniss leichter bei höherer, Humificirung bei niederer Temperatur ein.

Die Vermoderung, sobald sie an noch lebende Bäume herantritt, wird, wie dies Seite 434 schon erwähnt und des nähern besprochen wurde, auch wohl Weissfäule genannt. Aber auch das verarbeitete Holz unterliegt häufig dieser Zerstörung und zwar an Orten, wo es verhindert ist gehörig austrocknen zu können, ohne dass es daselbst besonders feucht zu sein brauchte. Feuchte Keller mit stagnirender Luft, Bergwerkschachte sind hauptsächlich Orte, wo das Holzwerk schnell der Vermoderung anheimfällt.

Die Vermoderung ist ein Oxydationsvorgang, der die in Angriff genommene organische Substanz in die flüchtigen Produkte Kohlensäure und Wasser zerlegt; unzweifelhaft ist bei diesem Prozess eine grosse Verminderung des specif. Gewichtes des Holzes bemerkbar, während die entstandene weisse zerreibliche Holzmasse meistens kohlenstoffärmer und sauerstoffreicher geworden ist.

Eine durchaus genügende Erklärung für den Vermoderungsprozess ist bis jetzt noch nicht aufgestellt, die einen stützen ihn auf die Wirkung der Fermentirung, die andern auf die mikroskopischen Organismen.

Die Fäulniss bedingt die Anwesenheit einer grösseren Menge von Wasser und wird daher auch wohl nasse Fäulniss genannt.

Das Produkt der Fäulniss ist nicht wie bei der Vermoderung ein weisser, sondern ein röthlicher, bräunlicher oder schwärzlicher Körper von sehr geringem Zusammenhange.

Sind hier auch Vermoderung und Fäulniss in ihrer Erscheinung auseinander gehalten, so unterliegt es doch gar keinem Zweifel, dass sie nicht immer vereinzelt für sich, sondern in vielfachen Zwischenstufen beider Vorgänge aufzutreten pflegen; das Endresultat beider Erscheinungen freilich ist völlige Zerstörung.

Der Fäulnissprozess macht sich hauptsächlich da geltend, wo das Holz in einer feuchten Umgebung mit porösen Stoffen von hervorragender wasserhaltiger Kraft in Berührung steht; gewisse Temperaturgrade begünstigen ihn. Pflöcke, Pfähle, welche in feuchte, wiederholt mit Wasser in Berührung kommende Erde eingesetzt sind, faulen sehr leicht, ebenso leicht Hölzer in stehendem sumpfigen Wasser, während Hölzer, die von Wasser bleibend umgeben sind, sich als durchaus gegen Fäulniss widerstandsfähig erweisen. Die Erklärung hierfür liegt wohl in dem Umstande, dass im Wasser die Fäulniss bedingenden Bestandtheile ausgelaugt und durch grosse Verdünnung unschädlich gemacht werden. Bei Tiefbauten möchte auch der vorhandene Druck des Wassers zu einer langsam erfolgenden Verdichtung beitragen, wobei vorhandene ausgeschlämmte und gelöste Mineraltheile in die Poren des Holzes eindringen und dasselbe nach und nach

Digitized by Google

verkieseln. Bei der Fäulniss wird das Holz meistens durch andere pflanzliche Stoffe mit in die Zersetzung hineingerissen. Es findet hier, wo der Sauerstoff der Luft keinen Zutritt hat, zum behuf der langsamen Verbrennung der Holzfaser eine Wasserzersetzung, zumeist eine Desoxydation anderer benachbarter sauerstoffhaltiger Körper statt, in deren Folge sich aus dem Wasserstoff des Wassers und dem Sauerstoff des Holzes Wasser bildet, aus dem Holze Kohlensäuregas entweicht und weitere Kohlenwasserstoffverbindungen (Sumpfluft) sich ausscheiden.

Die Humificirung des Holzes äussert sich in der Auflockerung seines Zusammenhanges, wobei eine Dunkelfärbung der zersetzten Substanz sich geltend macht. Dieser Zersetzungsprozess geht auch bei niedriger Temperatur von statten und wird bei Abschluss der Luft und bei höherer Temperatur von der Fäulniss verdrängt. Von den Bedingungen der Vermoderung unterscheidet sich die der Humificirung durch die niedere Temperatur, bei der sie verläuft, und die Möglichkeit des Umgebenseins des Holzes mit Wasser.

In grossem Massstabe hat sich die Humificirung des Holzes geltend gemacht bei der Bildung der Braunkohlen; und hat man es hier allem Anscheine nach mit langdauernden chemischen Prozessen zu thun, bei welchen jedoch jeder Fermentvorgang ausgeschlossen erscheint.

Ausser der Berührung mit der atmosphärischen Luft und ohne Gegenwart von Feuchtigkeit, dann bei einer Temperatur dem Gefrierpunkt nahe, oder bei der Temperatur von 80° R., wo der Wassergehalt im Holze verdunstet, fault keine Holzart.

Meistens geht Holz in Gebäuden, wo es in Berührung mit feuchter Erde kommt, oder an andern feuchten Orten, wohin zugleich keine frische Luft treten und wo das Holz seine Feuchtigkeit durch Ausdünstung nicht verlieren kann, bald zu Grunde. Stets im Trockenen leiden die wenigsten Hölzer, wohl aber wenn sie den Einflüssen des Regens und der feuchten Luft abwechselnd ausgesetzt sind. Nicht unerwähnt kann es hier bleiben, dass die meisten Hölzer in älteren Bauten, ohne dass man äussere Zersetzungserscheinungen an ihnen beobachtet, eine sehr verminderte Festigkeit wahrnehmen lassen, was ohne allen Zweifel auf einen Entmischungsprozess der Holzfaser schliessen lässt, der freilich als ein äusserst langsamer aber noch keineswegs aufgeklärter anzusehen ist[1]). Die Hölzer faulen nicht alle gleich leicht und schnell. Eichen, Ulmen, Lärchen, Kiefern, Fichten gehören zu den dauerhaftesten unserer Holzarten, weniger dauerhaft sind Eschen, Buchen, Erlen, Birken, und am schnellsten gehen Weiden und Pappeln zu Grunde. Manche Hölzer halten sich im Nassen besser als andere, die dagegen öfter im Trocknen den Vorzug verdienen. So dauert Erlenholz weit länger in der Nässe, als das von Fichten und

[1]) Chemische Technologie des Holzes von Dr. A. Mayer 1872.

Digitized by Google

Buchen, ungeachtet es in freier Luft angewendet beiden letztgenannten nachsteht.

Die Mittel, die Fäulniss des Holzes zu verhüten, sind:

1. Schutz des Holzes vor dem Zutritt der feuchten Luft durch Umhüllung mit fremden Stoffen.
2. Chemische Veränderung oder Entfernung seiner gährungsfähigen Stoffe.

Ist Holz vollkommen lufttrocken, so schützt man dasselbe gegen den Einfluss der äussern Feuchtigkeit durch Anstriche und wählt dazu gut deckende und haftende Oelfarben, Firnisse und in sehr vielen Fällen Theer, sowohl Holz- als Steinkohlentheer; auch hat man verschiedene Kompositionsanstriche vorgeschlagen, die dadurch länger konservirend wirken, weil die Sonne auf sie nicht zerstörend wirkt, was bei den einfachen Oel-Anstrichen der Fall ist, die deshalb auch alle zwei bis drei Jahre wiederholt werden müssen, um ihren Zweck dauernd zu erfüllen. Solche Anstriche bestehen aus einer Mischung von 2 Theilen Steinkohlentheer, 1 Theil Holztheer, beide zusammen mit etwas Kolophonium aufgekocht, und 4 Theile frisch zu trocknem Pulver gelöschtem Kalk. Ein anderer Anstrich besteht aus 3 Theilen an der Luft getrocknetem geschlemmten Lehm, 2 Theilen Holz- oder Steinkohlenasche, 1 Theil feinem Sand; dies wird mit Leinölfirniss bis zu einer zum Anstrich tauglichen Konsistenz gemengt und zuerst dünn auf das Holz aufgetragen, nach dem Trocknen ein zweites Mal dicker; dieser cementartige Anstrich wird an der Luft und durch Sonnenschein ungemein hart.

Mit gutem Erfolge sind auch englische Romancemente mit Leinölfirniss in zweifachem Anstrich auf Holz verwendet worden, und C. S. Häusler schlägt eine Komposition vor: 2 Masstheile englischer Romancement, 1 Masstheil Quarkkäse, ¼ Masstheil Buttermilch, gut durcheinander gerührt und immer nur soviel vorräthig gemacht, als man in kurzer Zeit verstreichen kann; der zu diesem Kitt genommene Cement muss seine volle Kraft haben.

Ein finnischer Anstrich für Holzwerke besteht aus: 10 Pfund Roggenmehl, in 30 Pfd. Wasser zum Brei eingerührt, werden mit einer heissen Zinkvitriollösung von 4 Pfd. Zinkvitriol und 90 Pfd. heissem Wasser vermischt, und hierzu eine heisse Lösung von 3 Pfd. Geigenharz und 20 Pfd. Thran gebracht. Die so erhaltene Masse wird mit gelbem Ocker oder Umbra etc. gefärbt; dieser Anstrich soll jeder Witterung trotzen und schützt auch vollkommen gegen den Wurmfrass.

Gute Holzfirnisse, undurchdringlich gegen die Nässe, erhält man durch Lösungen von Bitumen, Asphalt oder Harz in Schwefelkohlenstoff; wobei man entweder 100 Theile Bitumen in 80—100 Theile Schwefelkohlenstoff, oder 300 Theile Asphalt in 100 Theile Schwefelkohlenstoff in luftdicht

Digitized by Google

geschlossenen Gefässen löst, wozu die Zeit von 12—24 Stunden erforderlich ist.

Von ausserordentlichem Nachtheil ist eine längere Einwirkung von frischem Mörtel auf Holz, wie dies bei Balkenköpfen, die eingemauert werden, öfters der Fall ist; man wählt hier zum Schutze eine Umhüllung von Lehm oder Thon, oder wählt eine Verkohlung der Oberfläche; ferner leistet das Tränken der Ballenköpfe mit Salzsoole gute Dienste, auch hat man Löcher 3,0 cm. weit, 15,0 cm. tief in die Balkenköpfe bohren lassen, sie mit Salz angefüllt, wobei das allmälig in Auflösung übergehende Salz den Holzkörper konservirend durchdringt.

Hat man Pfähle, Telegraphen-Stangen etc. in die Erde einzusetzen, so werden sie, wenn sie in einer lockern Erdart zu stehen kommen, mit einer Lehm- oder Thonschicht fest umdämmt. Besser ist es, sie 2 mm. dick anzukohlen, den Brand 0,30 m. tief in der Erde und 0,30 m. oberhalb lang zu machen, und dann die verkohlte Stelle mit heissem Holz- oder Steinkohlentheer satt zu bestreichen; auch ein Blechbeschlag, der die Stelle unmittelbar über und unter der Erde schützt, die am meisten dem Wechsel der Witterung ausgesetzt ist, leistet vortreffliche Dienste.

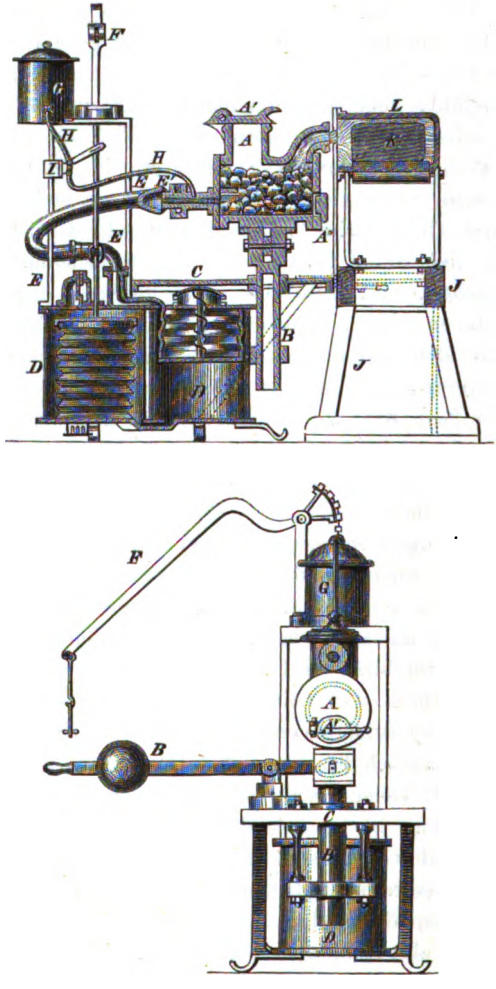
In neuester Zeit wird zur Konservirung des Holzes, besonders in Frankreich eine oberflächliche Verkohlung vorgenommen. Die Methode, welche in Cherbourg auf den Schiffswerften zur Anwendung kommt, ist ebenso einfach als sicher.

Auf eine mit einem Gasreservoir in Verbindung stehende Röhre wird eine Kautschukröhre aufgeschraubt, an deren anderem Ende eine zweite Kautschukröhre einmündet, welche letztere mit dem Reservoir eines Blas-Apparates in Verbindung gebracht wird. Die Gasflamme, die durch das Einblasen von Luft verstärkt wird, lässt sich nun leicht an jeden Theil der Holzfläche hinführen und dringt auch in Vertiefungen und Spalten ein, so dass eine gleichförmige Verkohlung möglich wird. Ferner kann die Verbrennung noch dadurch beschleunigt werden, dass man die Holzfläche vorher sehr dünn mit Theer überstreicht, was den weitern Vortheil bietet, dass der Theerüberzug die zu schnelle Erhitzung des Holzes durch die Flamme mindert und ein Bersten desselben verhindert. Der ungefähre Gasverbrauch per Quadratmeter beträgt 200 Liter, und ein Mann ist im Stande, in 10 Stunden durchschnittlich eine Fläche von 24 Quadratmeter zu verkohlen. Statt des Kohlengases könnte auch das wohlfeilere Kohlenoxydgas in Anwendung gebracht werden. Eine Verkohlung der Holzoberfläche ist besonders geboten bei Eisenbahnschwellen, Telegraphen- und Hopfenstangen und bei allem Bauholz, welches einer feuchten Atmosphäre ausgesetzt ist. Uebrigens braucht man die Verkohlung nicht tiefer gehen zu lassen, als etwa ⅛ bis ¼ mm., und es kann dies auch bei verarbeitetem Holze unbeschadet der Schärfe der Kanten geschehen; ferner kann das Holz nach dem Verkohlen mit Bimsstein abgeschliffen und noch mit einem

Digitized by Google

Oelanstrich versehen werden. Endlich wird noch ein Anstrich in Vorschlag gebracht, der zusammengesetzt ist aus 200 Gr. Schwefelblüthe und 135 Gr. mit Braunstein gekochtem Leinöl.

Fig. 115.



Die Methode der Verkohlung von Holzoberflächen ist durch de Lapparent dadurch wohlfeifer geworden, dass dieser einen eigenen Apparat konstruirte, durch welchen beim Verkohlen von Eisenbahnschwellen der Aufwand für Kohle und Arbeitslohn pro Schwelle sich nur auf höchstens 20 Centimes stellt. Die vorstehende Figur 115 giebt diesen Apparat im Längendurchschnitt und in der Seitenansicht: A ist der Ofen mit dem

Digitized by Google

Brennmaterial, A' und A'' Thüren zum Einfüllen des Brennmaterials und zum Herausnehmen der Asche. B bewegliche Säule, welche den Ofen trägt; dieser kann mittelst des auf die Platte C gestellten beweglichen Wagens vertikal und horizontal bewegt werden. B' Hebel, durch welchen die Bewegung ausgeführt wird. C Platte, welche den Ofen trägt; D doppelter Blasbalg, aus welchem die Luft durch die Kautschukröhre E zum Ofen geleitet wird; die mit dem Ofen verbundene Röhre ist mit einem ringförmigen Mantel E' versehen, welchen man mit Wasser gefüllt erhält, damit das Ende dieser Röhre und durch sie das Kautschukrohr nicht zu heiss wird; F ist der Hebel zur Bewegung des Blasbalges. G ist ein Gefäss mit Wasser, von welchem bei jedem Hub des Blasbalges etwas in das Windrohr E gespritzt wird; dazu dient die Röhre H mit den Regulirhähnen I. J hölzerne Bank, welche das zu verkohlende, auf Rollen liegende Holzstück trägt. L ist eine Art Schirm oder Reflektor, welcher nur in gewissen Fällen angewendet wird.

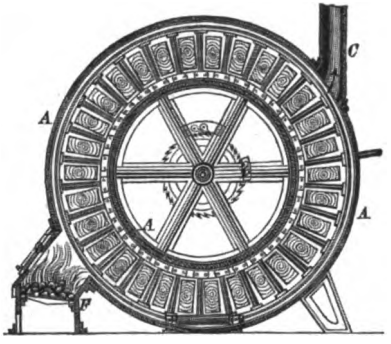
Zum Betriebe dieses Apparates bringt man etwas Holz in den Ofen und lässt nach dem Anzünden A' und A'' offen, dann verschliesst man A'' und dichtet die Fugen mit Lehm und setzt den Blasebalg in Bewegung, worauf der Ofen von A' aus nach und nach mit Brennmaterial gefüllt wird, worauf man A' ebenfalls schliesst. Die Flamme tritt dann durch die gebogene Röhre an der Vorderseite des Ofens heraus. Nach 10 bis 15 Minuten ist der Ofen in regelmässigem Gang und man regulirt durch I die Wassereinspritzung; das Wasser zersetzt sich, liefert Gas und erhöht den Effekt des Apparates; ist der Gang gut regulirt, führt man das zu verkohlende Holzstück vor dem Flammenstrahl vorbei, indem man es auf der Bank rollen lässt und mittelst des Hebels B', welcher den Ofen steigen, sinken oder sich um seine Axe B drehen lässt, den Flammenstrahl nach Erfordern dirigirt. Werden Telegraphenstangen oder andere runde Holzstücke verkohlt, wendet man den Reflektor an, welcher bewirkt, dass die Flamme das Holzstück rings umspült. Die Gesellschaft der Eisenbahn zwischen Paris und Orléans lässt auf ihrem Werkplatz zu Vierson mit vier Apparaten täglich 288 Schwellen verkohlen, und haben sich die Kosten pro Schwelle auf 0,15 Frcs. ergeben.

Einen andern Apparat zum Karbonisiren von Eisenbahnschwellen beschreibt Rigola in Nantes im Génie industriel 1870—71, Seite 293; er besteht (Figur 116) aus dem cylindrischen Blechkasten A mit der Feuerung F und dem Rauchabzug C. Der um seine Axe drehbare Trommelkasten enthält 30 Abtheilungen für die Aufnahme von je einer Eisenbahnschwelle; die eingelegten Schwellen gelangen durch Drehung eine nach der andern zu dem feststehenden Feuer und werden nach der Verkohlung, die bei der getroffenen Einrichtung sehr gleichmässig erfolgt, zum Ablöschen in ein Wasserbassin gebracht; der Betrieb ist ein ununterbrochener und soll sehr ökonomische und durchaus befriedigende Resultate gewähren.

Digitized by Google

Entgegen diesen Frfolgen haben sich andere Autoritäten wie Nördlinger, Duhamel, Hartig gegen das Ankohlen des Holzes auf das Allerentschiedenste ausgesprochen; ersterer bekämpft „diese Albernheit“ durch mehrfache Versuche, die mit angekohlten Pfählen gemacht wurden, und deren Resultate durchaus negative waren.

Fig. 116.



Dass nicht alle Verbandhölzer mit fremden Stoffen umhüllt werden können, liegt in der Natur der Sache, aber auch der Kostenpunkt ist es, der im grossen Massstabe diese Methoden anzuwenden uns hindernd in den Weg tritt; was würde es kosten, das Holz zu den Unterbauten der Eisenbahnen auf eine der vorbeschriebenen Arten gegen Fäulniss zu schützen, abgesehen davon, dass der Erfolg der Schutzmittel von Hölzern, die in die Erde eingelegt werden, bis jetzt noch nicht als vollkommen gesichert betrachtet werden kann?

Deshalb hat man um Holz gegen Fäulniss zu schützen Mittel ersonnen, die proteïnhaltigen Bestandtheile des Holzes entweder zu entfernen oder unschädlich zu machen. Letzteres kann durch blosses Erhitzen bez. Räuchern geschehen, wobei die Fermente ihre Fäulniss erregende Eigenschaft verlieren; v. Foéret[1]) hat in diesem Sinne eine Trocken- und Räucherkammer für frische Hölzer konstruirt. Soll jedoch solche Operation einen Erfolg haben, so muss die Hitze zu der Höhe gesteigert werden, dass das Holz sich an der Oberfläche bräunt und einen brenzlichen Geruch entwickelt, man benutzt hierzu auch wohl eine Art Backofen oder offenes Feuer. Das so behandelte Holz wird jedoch spröde und brüchig und verliert den grössten Theil seiner Haltbarkeit. Viel empfehlenswerther ist das Tränken des Holzes mit chemisch wirkenden Substanzen.

Die Stoffe, welche vorzugsweise hier Anwendung finden und denen auch ein ganz entschiedener Erfolg nachgewiesen ist, sind die Salze der schweren Metalle und die empireumatischen Stoffe. Die erstern bilden mit den Proteïnstoffen des Holzes unlösliche Verbindungen, ohne auf das Holzgewebe selbst schädliche Einflüsse auszuüben.

Die Metallsalze.

Die Quecksilbersalze haben wohl von allen jemals zur Holzkonservirung vorgeschlagenen und verwendeten Substanzen bei weitem die ausge-

[1]) L. Ramdohr: Armengaud, Publication industrielle. Tom. 22. p. 291.

Digitized by Google

sprochenste fäulnisswidrige Wirkung und haben hauptsächlich das zweifach Chlorquecksilber, das Quecksilberchlorid oder Quecksilbersublimat als Holzkonservirungsmittel eine sehr umfassende Anwendung gefunden; der Grund hierzu lag wohl hauptsächlich in einer leichten Löslichkeit, die diesem Salze gestattet schnell in das Innere poröser Massen einzudringen, dann aber war es in ökonomischer Beziehung verhältnissmässig wohlfeil. Da das Sublimat sehr giftig ist, so darf es nur mit grosser Vorsicht gebraucht werden.

Der Engländer Kyan gab schon im Jahre 1832 Anlass, dass die schon bekannte Erfahrung, Holz gegen Fäulniss durch ätzendes Quecksilbersublimat zu schützen, im Grossen zum Konserviren von Eisenbahnschwellen in Ausführung kam.

Diese Methode, das „Kyanisiren" genannt, wird noch gegenwärtig vielfach in Anwendung gebracht und zeichnet sich durch die Einfachheit der Apparate aus, wie sie auch andererseits zu den wohlfeilsten Behandlungsarten zu rechnen ist. Grössere Kyanisirungs-Anstalten befinden sich zur Zeit noch in Baden und Bayern in regem Betrieb und wird daselbst eine Lauge verwendet, die aus ½ Kilogr. Chlorquecksilber und 25 Kilogr. Wasser besteht.

Von den Eisensalzen fand das schwefelsaure Eisenoxydul, der Eisenvitriol in grösserem Massstabe Anwendung, hat sich aber als Imprägnirungsmittel durchaus nicht bewährt, dagegen fand das holzessigsaure Eisenoxydul vielfache Verehrer; immerhin möchte der kreosothaltige Holzessig hier als eigentlich wirksamer Faktor zu betrachten sein, während das Eisen selbst entbehrt werden kann.

Von den Kupfersalzen ist allein das schwefelsaure Kupferoxyd (Kupfervitriol) in grossem Massstabe zur Holzkonservirung verwendet worden, das mit Proteïnstoffen durchaus unlösliche Verbindungen eingeht. Dessenungeachtet ist von vielen Seiten das Kupfervitriol als wirksames Holzkonservirungsmittel in Zweifel gezogen worden; so wurde in einer Generalversammlung der Telegraphen-Ingenieure von Spagnoletti geltend gemacht, dass das Boucherisiren zweifelhafter Natur sei, indem nicht allein das Kupfervitriol durch Kohlensäure enthaltendes Wasser ausgewaschen, sondern auch das mit ihm in Berührung kommende Eisen zerstört[1]) werde. Bei dem sich hier geltend machenden Prozesse wird bei Anwesenheit von Eisen das Kupfer aus seiner Lösung ausgeschieden und die Schwefelsäure dadurch frei; aber nicht blos die Schienenkolben, welche in die nach Boucherie-Methode präparirten Schwellen eingeschlagen sind, werden hierdurch zerstört, sondern es wird gleichzeitig die konservirende Substanz in ihrer Wirkung aufgehoben und den atmosphärischen Einflüssen eine erneuete Einwirkung gestattet. Nach andern Beobachtungen zeigen sich gerade

[1]) Telegrafic Journ. 1874. S. 209.

Digitized by Google

an den mit Kupfervitriol imprägnirten Hölzern nur zu häufig Schimmelpilze, welche von diesem Kupfersalze nicht zerstört werden. M. Paulet[1]) hat Schwellen, welche vor 12 Jahren mit Kupfersulfat imprägnirt waren, untersucht; sie waren kupferfrei, weil die Salze dieses Metalls nach und nach durch kohlensäurehaltiges Wasser fortgeführt wurden; dagegen enthielten die Schwellen viel Calcium-Carbonat und Eisen in unlöslicher Form. Wo die Schienen mit dem Holz in Berührung waren, erwiesen sich diese Veränderungen sehr bedeutend, das Holz war an diesen Stellen braun und morsch geworden, sein spec. G. betrug 0,38.

Von den Zinksalzen besitzt das Chlorzink oder Zinkchlorid eine sehr ausgedehnte Bedeutung als Holzkonservirungsmittel; obwohl nicht sehr ausgezeichnet durch seine Fähigkeit unlösliche Verbindungen mit den Proteïnstoffen zu bilden, hat es sich als Zerstörer pflanzlicher und thierischer Organismen in hohem Grade bewährt; Chlorzink, aus Zink und roher Salzsäure auf höchst einfache Weise bereitet, gehört zugleich zu den billigsten Imprägnirungs-Materialien; ausserdem verträgt das mit diesem Stoffe getränkte Holz Oelanstriche, während Hölzer mit andern Salzen getränkt dieselbe abwirft; in Folge dessen ist man im Stande auch bei Fenster- und Thürhölzern, die dem Faulen leicht ausgesetzt sind, imprägnirtes Holz anzuwenden. Solches Holz bleibt nach gemachten Erfahrungen auch ziemlich geschmeidig, da es von Zinkchlorid durchdrungen nie völlig austrocknet. Die üblichsten Zinkchloridlösungen bestehen in der Regel aus 24 Theilen Wasser und einem Theil Zinkchlorid. Sehr fäulnisswidrige Eigenschaften besitzen auch schwefelsaures und holzessigsaures Zink; ersteres steht höher im Preise als Chlorzink, letzteres wird zwar dem holzessigsauern Eisen vorgezogen, einfacher wird man aber zu Werke gehen, den Holzessig allein zu verwenden, weil diese in hohem Grade empyreumatische Substanz für sich ohne alle Beimengung dasselbe billiger zu leisten vermag.

Das Imprägniren mit arseniger Säure, die in England experimentell in bezug auf ihre konservirende Wirkung untersucht wurde, hat in der Praxis bei der Holzimprägnirung keine erhebliche Anwendung gefunden, und wäre ein weiteres Eingehn hierauf bedeutungslos[2]).

Die empyreumatischen Stoffe.

Zu diesen gehört der schon bei den Metallsalzen erwähnte Holzessig, der bekanntlich ein Produkt der trockenen Destillation des Holzes ist und seiner Hauptsache nach aus Wasser, Essigsäure, Ammoniaksalzen, Holzgeist, Kreosot (1—1½ pCt) besteht und dessen konservirende Wirkung gegen Fäulniss seit undenklichen Zeiten schon bekannt war.

[1]) Comptes rendues Bd. 80, p. 23.
[2]) Payen: Chimie industrielle p. 891.

Digitized by Google

Das weitere Destillationsprodukt aus dem Holze, der dunkelgefärbte, ölartige, schwerbewegliche Theer, übertrifft als drastisches Konservirungsmittel den Holzessig in hohem Grade, denn während im Holzessig nur Spuren von antiseptischen (fäulnisswidrigen) Stoffen vorhanden sind, befinden sich im Theere solche in grosser Menge.

Ein nahezu gleiches Produkt, wie der Holztheer, ergiebt die Destillation von Torf, Braunkohle und selbst Steinkohle. Der hauptsächlich antiseptisch wirkenden Stoff im Theer und besonders im Steinkohlentheeröl ist nun die Karbolsäure, Phenilalkohol oder Phenal genannt; sie bildet in reinem Zustande lange farblose Krystallnadeln, die etwa bei 40° C. schmelzen; bei 183° siedet die Flüssigkeit; im unreinen Zustande, in welchem sie flüssig in den Handel kommt, ist sie braungefärbt.

Auf gelöste Eiweissstoffe wirkt sie koagulirend (gerinnend) ein, und beruht hierauf ihre Fähigkeit in hohem Grade fäulnisswidrig zu wirken.

Die weitern Bestandtheile des Theeres wie Kreosot, Paraffin, Naphthalin und Harze variiren in ihrer Menge je nach dem Rohmaterial und ihrer Darstellungsweise.

Das Kreosot ist eine farblose Flüssigkeit, dessen Siedepunkt nahezu 200° beträgt, und besitzt ähnliche antiseptische Eigenschaften wie die Karbolsäure, hat aber für unsern Zweck insofern eine untergeordnete Bedeutung, als dasselbe nur für Theer aus Holz oder gar nur aus bestimmten Holzarten charakteristisch ist.

Paraffin hauptsächlich ist den Theeren eigen, die aus Holz, Torf oder Braunkohlen gewonnen werden, während Naphthalin mehr die Steinkohlentheere charakterisirt. Beide Stoffe sind bei gewöhnlicher Temperatur und auch noch darüber hinaus fest, was übrigens auch von den meisten Harzen gilt, so dass alle diese zur Dickflüssigkeit der Theere beitragen. Alle andern Bestandtheile des Theers, die Kohlenwasserstoffe, das Benzol, Tuluol, Xylol, Cumol etc. besitzen keine hervorragenden antiseptischen Eigenschaften und sind grösstentheils zu flüchtiger Natur, um im Holze lange zu haften.

Eignet sich auch nun der Theer an und für sich vorzüglich um Holz durch Anstrich gegen Fäulniss zu schützen, so bleibt dieser Schutz doch immer nur ein oberflächlicher; erst 1838 gelang es dem Engländer Bethell den sonst dickflüssigen Theer in einen leichterflüssigen, imprägnationsfähigen Zustand überzuführen:

Wird der rohe Steinkohlentheer einer Destillation unterworfen, so gehen zuerst die leichtflüssigen Kohlenwasserstoffe über, die man wohl als leichtes Steinkohlentheeröl bezeichnet, die jedoch als Imprägnations-Flüssigkeiten keinen sehr grossen Werth besitzen; unterwirft man den Theerrest einer weitern Destillation, so gehen zunächst das Cumol und andere Kohlenwasserstoffe, zugleich aber auch Karbolsäure und Kreosot

Digitized by Google

über; dies Gemisch von Substanzen, die von 160° bis über 200° übergehen, giebt das sogenannte schwere Theeröl, und enthält dies die eigentlich fäulnisswidrigen Substanzen. Durch weiter gesteigerte Temperatur geht in das schwere Theeröl noch Paraffin, Naphthalin und Pech über, letzteres ein schwarzes Gemisch von grösstentheils unbekannten Substanzen.

Diese letztern Stoffe, wenn sie auch den Imprägnirungsprozess erschweren, lagern sich in alle Holzporen ab und tragen zum Zurückhalten der flüchtigen Stoffe bei; sind die flüchtigen Stoffe zu vorherrschend, so verflüchtet sich durch Sonnenwärme ein grosser Theil des Kreosotöles und nehmen z. B. damit imprägnirte Telegraphenstangen eine graue Farbe an, während bei Anwesenheit von schwerlöslichen Stoffen die Farbe glänzend schwarz bleibt. Die Wirkung des so gewonnenen Kreosotöles (wie man es wohl allgemein nennt) ist demnach eine doppelte — eine chemische und eine mechanische — und liegt eben in diesem Umstande der Vortheil eines fetten Imprägnirungs-Materiales gegenüber einer wässerigen Metallsalzlösung.

Das zum Imprägniren zu verwendende Steinkohlentheeröl ist in der Luft und im Wasser gleich unlöslich und behält daher seine fäulnisswidrige Kraft und seine Beständigkeit in dem Schutze gegen alle äussern zerstörenden Einwirkungen. Ein Stück Holz, mit Kreosotöl imprägnirt, kann wochenlang im Wasser liegen, ohne dass es sein Gewicht durch Aufnahme von Wasser verändert, und sind auch Hölzer mit Kreosot imprägnirt dem Reissen in keiner Weise unterworfen.

Was die Eigenschaften eines brauchbaren Imprägnirungs-Oeles anbetrifft, so soll es nur wenig leichtflüchtige Bestandtheile besitzen; die Oele müssen derartig schwerflüchtig sein, dass der Siedepunkt zwischen 180 bis 400 Gr. Celsius dem grössten Theile nach über 235 Gr. liegt. Der Gehalt an sauren, in konzentrirter Alkalilauge löslichen Bestandtheilen muss 6—10 pCt. betragen. Das Oel muss trotz des hohen Siedepunktes dünnflüssig und derart frei von schmierigen Bestandtheilen sein, dass dasselbe auf trocknes Hirnholz gegossen sofort in dasselbe eindringt, ohne einen schmierigen Rückstand zu hinterlassen. Es darf kein oder doch nur ganz wenige Oele von einem spezifischen Gewichte von 1,00 enthalten, während das specifische Gewicht überhaupt nicht über 1,10 betragen soll; diese Eigenschaften besitzt allein das durch Destillation aus Steinkohlentheer gewonnene schwere Oel, das meistens 20 pCt. Karbolsäure enthält; gewinnt man es aber bei hoher Temperatur, so enthält es wenig Karbolsäure, wohl aber beträchtliche Mengen von Naphthalin.

Statt der Theeröle wurden zum Imprägniren der Hölzer in neuerer Zeit Theerdämpfe verwendet.

Paraffin zur Holzkonservirung zu brauchen, wurde bereits 1862 von G. Leuchs vorgeschlagen; nach M. Hock ist dies nur dann ausführbar, wenn das Rohparaffin in Ligroin gelöst ist.

Digitized by Google

In den Braunkohlengruben der Provinz Sachsen hat man in neuster Zeit mit den besten Erfolgen die zum Grubenbau verwendeten Nadelhölzer mit Kreosotnatron präparirt[1]).

Anderweitige Imprägnirungsversuche wurden gemacht von S. Beer[2]) in New-York mit einer Lösung von Borax, zweifach borsaures Natron in Wasser; soll das Holz ganz wasserdicht gemacht werden, setzt man bei einer zweiten Siedung Schellak, Harz oder andere in Borax lösliche Stoffe bei.

Auch Salzsoole oder sogenannte Mutterlauge wirkt beim Holz sehr Fäulniss verhindernd. So haben kieferne Schwellen von Salinenhölzern auf der Eisenbahnstrecke Gotha — Eisenach insofern günstige Resultate nachgewiesen, indem sie eine Dauer von 9,5—10,67 Jahren angenommen hatten. Von dem Chemiker Lohage in Unna wird zur Konservirung der Hölzer eine Mischung von Kochsalz, Chlorkalcium oder Chlormagnesium und einem Eisenchloridsalze in etwa dreiprocentiger Lösung in Vorschlag gebracht; das Kochsalz soll das Holz gegen nasse Fäule schützen, die hygroskopischen Kalk- und Magnesiasalze verhindern die trockne Fäule, das Eisensalz endlich, das sich theilweise mit dem Gerbstoffe des Holzes verbindet, macht jede Pilz- oder Schwammbildung unmöglich; demnach wären alle Bedingungen der absoluten Holzkonservirung erfüllt.

Die angestellten Versuche von Gossier (1828), nach welchen das Holz zuerst mit Chlorkalcium, dann mit Glaubersalz durchtränkt wird, die ähnlichen Versuche von Treffy (1838) und Payen (1841), ersterer Alkalien und Chlorzink oder salpetersaures Kupferoxyd anwendend, letzterer mit Lösungen von Schwefel- oder Chlorbarium und dann mit solcher von schwefelsaurem Eisenoxyd operirend, haben keine befriedigende Erfolge gehabt, und ist die Idee, das Holz dadurch zu verkieseln, dass man es in zwei verschiedenen Salzlösungen tränkt, deren Basen und Säuren neue Verbindungen eingehen, ganz aufgegeben worden.

Andere Versuche gingen darauf hinaus durch Wasserglas und Kalkmilch, oder statt der letztern Eisenvitriol, im Holze unlösliche Silikate zu erzeugen, das Holz gleichsam zu versteinern.

Auch Thonerdesalze, sowohl Alaun als auch die essigsaure Thonerde wurden um Holz gegen Fäulniss zu schützen in den Kreis der so zahlreichen Versuche eingereiht, blieben aber ohne praktische Bedeutung.

Als vorzügliche Imprägnirungsstoffe sind auch Talg, Wachs, fette Oele namentlich Leinöl, Harzlösungen in Oel zu bezeichnen, wobei die Hölzer in die bis auf 200° erhitzten Stoffe eingetaucht werden; ein so be-

---

[1]) Der Maschinenbauer 1878. S. 111.

[2]) Heyer: Forst- und Jagdzeitung 1871. S. 439.

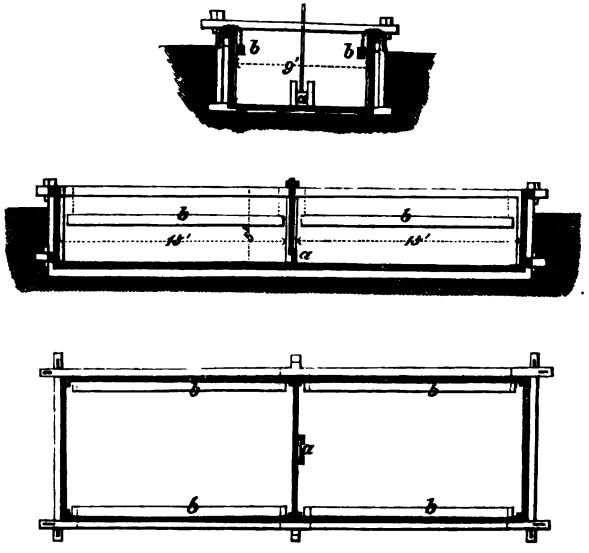
Digitized by Google

handeltes Holz ist vollständig gegen Nässe unzugänglich und dadurch gegen Fäulniss sowohl, wie gegen das Schwinden und Quellen geschützt. Bei der Kostspieligkeit des Verfahrens möchte diese Methode der Imprägnirung nur auf einige Fälle beschränkt sein, für Hölzer jedoch, die zu Parkettböden verwendet werden, möchte sie sogar sehr empfehlenswerth sein.

Die Imprägnirungs-Apparate.

Die Manipulation, Holz durch antiseptische Stoffe gegen Fäulniss zu schützen, ist eine ziemlich verschiedene; die einfachste Methode besteht im blossen Tränken des Holzes; ein für diesen Prozess passender Apparat ist in Figur 117 dargestellt und besteht derselbe aus einem aus Holz konstruirten Bassin von 9,0 m. Länge, 2,7 m. Breite und 1,5 m. Tiefe.

Fig. 117.



Eine in der Mitte des Bassins angebrachte Scheidewand theilt dasselbe in zwei gleich grosse Kammern; das Bassin ist in den Seitenwänden und im Boden sorgfältig genuthet und gedichtet und zum bequemeren Einbringen und Ausbringen der Schwellen bis auf 0,60 m. in die Erde versenkt. Eine am Boden der Scheidewand angebrachte Schütze a hat den Zweck, beim Ausbringen der Hölzer die Flüssigkeit zum grössten Theil in den zweiten Behälter ablassen zu können. Die beiden Balken bb, welche an Ketten aufgehängt sind, dienen zur Belastung der eingebrachten Schwellen, um solche vollkommen in die Flüssigkeit herabzudrücken.

Digitized by Google

Ehe die Hölzer in die Bottiche gebracht werden, um dann dem Einflusse der kalten Lauge ausgesetzt zu werden, unterwirft man sie wohl einem künstlichen Trocknungsprozess, der sie für das Einsaugen von Flüssigkeit empfänglicher macht; ein hierzu brauchbarer Trockenofen wurde bereits in Figur 492 mitgetheilt.

Ein energisches Durchdringen der Holzmasse mittelst der konservirenden Flüssigkeit lässt sich von diesem einfachen Verfahren nicht erwarten, und dringt die Flüssigkeit meistens nur in das mehr lockere Splintholz, fast nie aber in's Kernholz ein; um ein besseres Eindringen der Lauge ins Innere zu ermöglichen, hat man wohl die Schwellen mit Hämmern, die dünne Stahlspitzen besitzen, vorher angeschlagen; einen durchgreifenderen Prozess aber glaubte man zu erzielen, wenn man die Lauge siedend in Anwendung brachte; das zu konservirende Holz wurde dabei in der betreffenden Flüssigkeit erhitzt und dann auf einen gewissen Grad abgekühlt.

Durch die Erwärmung wird die Luft in den Poren des Holzes ausgedehnt und zum theil ausgetrieben, so dass die leeren Räume beim Erkalten das Eindringen der Lauge gestatten. Die Schwellen werden in Behälter von Holz gepackt; hölzerne Deckel hindern sie am Schwimmen, sobald die Lauge zugeleitet wird. Die Erwärmung erfolgt durch einströmende Dämpfe, die in einem Dampfkessel erzeugt werden; dieser speist zugleich eine kleine Dampfmaschine und bewegt die Pumpen zum Füllen und Leeren der Behälter.

Der Apparat ist dargestellt in Figur 118.

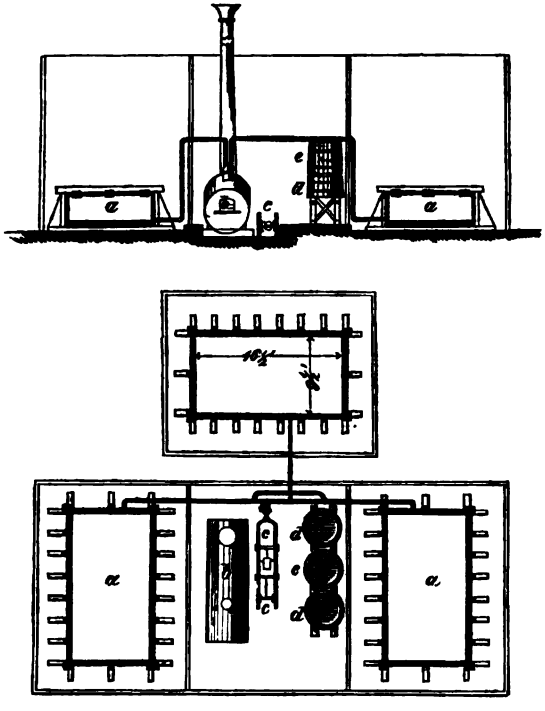
Der grössere Schuppen enthält in seinem mittleren, vollständig geschlossenen und überdeckten Raum den Dampfkessel b und die Dampfmaschine c, ferner die Bottiche d für das Speisewasser und den Bottich e zur Auflösung des Vitriols. Die an den Giebeln offenen Enden des Schuppens enthalten zwei der Schwellenbehälter a, a der dritte Behälter ist, um ihn der Dampfmaschine nahe zu bringen, in einem besonderen Schuppen aufgestellt, welcher an dem einen Giebel ebenfalls offen ist. Diese drei Schwellenbehälter können durch aufgelegte Deckel von oben geschlossen werden. Die Anwendung von 3 Behältern gründet sich darauf, dass zur Präparirung von Schwellen eines Behälters 6 Stunden Zeit nöthig sind. 2 Stunden erfordert das Einpacken und Auspacken der Schwellen und das Ein- und Auspumpen der Lauge, 1—1¼ Stunden lang wird Dampf zugeleitet und gekocht, die übrige Zeit, also 2—2¾ Stunden kühlen die Schwellen in der Lauge ab. Im Sommer ist nur etwa 1 Stunde Zeit erforderlich, um die Schwellen in der Lauge zum Kochen zu bringen. Wenigstens ¼ Stunde lang wird die Lauge wirklich im Kochen erhalten.

Die Dimensionen der Behälter zur Aufnahme der Schwellen sind 4,95 m. lang, 2,85 m. breit, 3,00 m. hoch, letzteres Mass so bemessen, um das Ueberkochen der Lauge zu vermeiden.

Digitized by Google

Der Dampfkessel ist nach Art der Lokomotivkessel mit 84 Feuerrohren konstruirt, hat 120 qm. Heizfläche und besorgt das Kochen der Schwellen wie den Betrieb der kleinen Dampfmaschine; aus dem Kessel führt nach jedem Schwellenbehälter ein besonderes kupfernes Dampfrohr, welches durch einen Hahn geschlossen werden kann. Jeder dieser 3 Hähne ist mittelst einer zweiten Durchbohrung so eingerichtet, dass für diejenige Stellung, in welcher derselbe den Zutritt des Dampfes nach dem Schwellenbehälter abschliesst, das Verbindungsrohr zwischen dem Hahn und dem

Fig. 118.



Schwellenbehälter mit der atmosphärischen Luft kommunizirt, damit nicht in folge der Kondensation des Dampfes im Rohre die Lauge in dasselbe aufsteigt, wodurch ein Eintreten der Lauge in den Kessel herbeigeführt werden könnte. Das Rohr reicht bis an den Boden der Behälter durch ihre ganze Breite und ist es gegen das Anstossen der Schwellen durch zwei starke Leisten geschützt, ferner hat es an der unteren Seite zwei Reihen ganz feiner Löcher, durch welche der Dampf ausströmt.

Digitized by Google

Die Lauge kocht durchschnittlich bei 82° R., die Abkühlung erfolgt im Winter auf 40°, im Sommer auf 60° R.

Beim Beginn der Arbeit wird zuerst ein Behälter voll Schwellen gepackt und 175 k. Kupfervitriol hineingeschüttet; die Deckel werden geschlossen, und der Dampf eingelassen. Die Lauge wird während des Kochens durch Zusatz von Kupfervitriol oder kaltem Wasser auf gleicher Stärke in der Regel auf 3° Beaumé erhalten und durch eingeleitete Dämpfe zum Sieden gebracht. Während dieser Zeit füllen die Arbeiter den zweiten Behälter mit Schwellen und Lauge. Der dritte Behälter wird sodann voll Schwellen gepackt, erhält aber nur 25 Kilogr. Vitriol als Zusatz zu der im ersten Behälter bereits gebrauchten Lauge. Wenn der erste Behälter wenigstens 2 Stunden lang gekühlt hat, wird die Lauge aus ihm in den dritten Behälter gepumpt. Der erste Behälter wird nun ausgepackt und sogleich mit neuen Schwellen gefüllt. Inzwischen ist das Kochen und Abkühlen im zweiten Behälter beendigt, die Lauge wird aus demselben in den ersten Behälter gepumpt, um das Leeren und Füllen des zweiten Behälters vorzunehmen u. s. w., so dass dies Verfahren in 6 Stunden sich bei jedem Behälter wiederholt[1]).

Gleichfalls mit erhitzter Chlorzinklauge oder auch mit Kreosotölen, aber vollkommen geschlossenem Imprägnirapparat werden in den vereinigten Staaten die Eisenbahnschwellen gegen Fäulniss geschützt, und hat der höchst einfache Apparat von Pelton in New-York eine allgemeine Verbreitung gefunden.

Er besteht nach Fig. 119 aus zwei horizontal neben einander liegenden, hermetisch verschliessbaren Cylindern A, A' von Kesselblech, deren jeder nahe zu 13,5 m. lang ist und 2,40 m Durchmesser besitzt; jeder dieser Kessel ist dazu bestimmt eine Anzahl mit Schwellen beladener Wagen W, W, auf Schienen laufend, aufzunehmen; ist dies geschehen, so schliesst ein gusseiserner Deckel bei a den Kesselraum, der oberhalb mit drei geschlossenen Domen b, b, b versehen ist. B' B'' sind Gefässe von Kesselblech zur Aufnahme und zum Ablassen der Imprägnirungs-Flüssigkeit, ihre Höhe beträgt nahezu 2,1 m., ihr Durchmesser 4,5 m. C stellt einen 1,2 m. hohen, 3,3 m. langen Kondensationsbehälter dar, während D eine hölzerne Kufe ist, die zur Aufnahme des aus den Schwellen entweichenden Wasserdampfes und anderen aus den Cylinderkesseln A und A' entweichenden flüchtigen Substanzen dient.

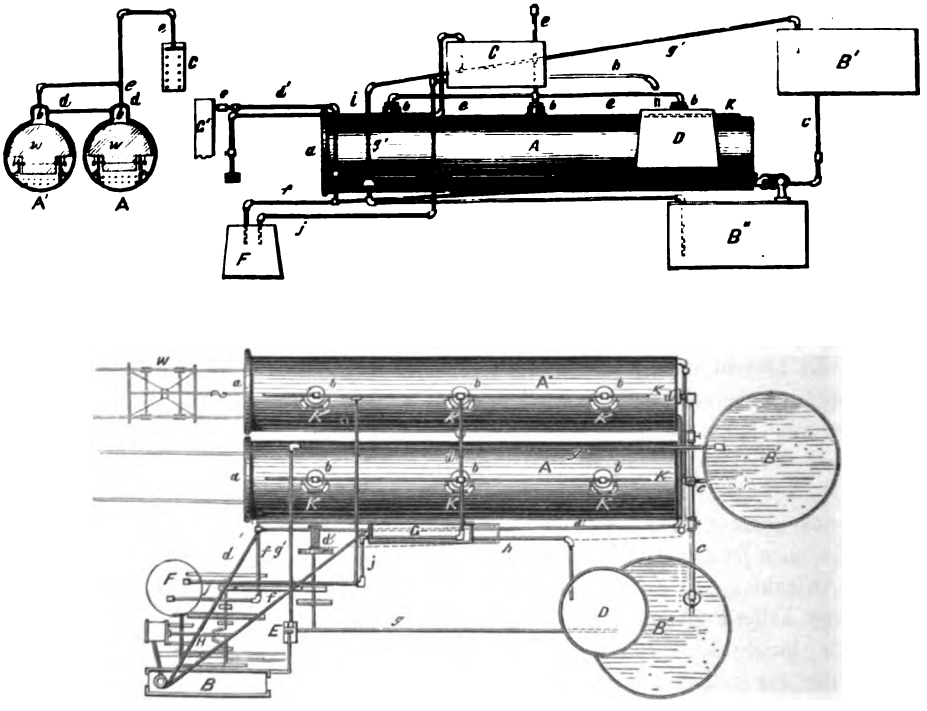
Die Kessel sind einerseits mit den Behältern B' B'' durch die Röhren c c verbunden, andererseits dient die Röhre d dazu die Kessel durch ihre centralen Dome zu verbinden; die Röhren e e führen die Wasserdämpfe, die während der Behandlung des Holzes aus diesem entweichen, nach dem

[1]) Der Laugapparat für Quecksilbersublimat befindet sich auf der beigegebenen lithogr. Tafel Blatt II und wird weiter unten beschrieben werden.

Digitized by Google

Kondensator c, die Röhren f f dagegen führen das in den Heizröhren verdichtete Wasser fort; g g verbindet den Aufnahmebehälter B'' mit einer Pumpe C und die Röhren g' g', letztere mit dem Ablassgefässe B. Röhre h steht mit dem Kondensator c und der Kufe D in Verbindung, während die Röhre i dazu dient, Wasser von der Dampfpumpe k nach dem Kondensator c und von hier aus in die unten durchbohrten Röhren k k zu leiten und wenn nöthig die Kessel plötzlich abzukühlen; j ist eine Abflussröhre, die den Kondensator c mit dem Behälter F verbindet. G repräsentirt einen

Fig. 119.



Dom, von welchem aus mittelst Röhren d' d' d' nach Belieben Dampf nach den Heizröhren p p p geleitet werden kann. Bei H befindet sich ferner eine Dampfmaschine, welche die nöthige Kraft für die Pumpen zu liefern hat; an der Stelle von B steht ein Dampfkessel der zugleich dazu dient, die Imprägnations-Flüssigkeit zum Sieden zu bringen. E ist eine rotirende Pumpe zum Heben der Flüssigkeit von Kufe B'' nach B'; der Behälter F dient zur Aufnahme des im Kondensator C sich ansammelnden Wassers.

Digitized by Google

Endlich ist noch zu bemerken, dass durch Haspel und Ketten die mit Schwellen beladenen und auf Schienen laufenden Wagen durch die Dampfmaschinen aus und in den Kessel gebracht werden.

Bei der Operation wird der eine der Cylinderkessel mit Schwellen auf Wagen beschickt und geschlossen; die betr. Imprägnirungsflüssigkeit, Kreosotöl oder Chlorzink, lässt man von B einströmen und erhitzt dieselbe bis auf 110° C. Die flüchtigen Produkte entweichen durch die Röhre c nach dem Kondensator, welcher mittelst Pumpe E mit kaltem Wasser versehen wird; die verdichteten Produkte werden nach Kufe D geleitet. Während dieser Operation wird der andere Cylinderkessel beschickt, und nachdem die Schwellen im Kessel A' hinlänglich mit dem heissen Imprägnationsmaterial in Kontakt gewesen sind, lässt man dieses in den zweiten Cylinder überströmen. Durch das Einlassen des kalten Wassers werden dann die in den Poren des Holzes befindlichen Wasserdämpfe kondensirt, und wird hierdurch der Imprägnationsflüssigkeit gestattet in die luftleeren Räume des Holzkörpers einzutreten.

Nachdem auch der zweite Cylinderkessel auf die gehörige Temperatur gebracht ist, dringt auch in diesem die kalte Flüssigkeit in die Poren des Holzes ein, um zur Zeit, wenn die zweite Beschickung für die nämliche Operation bereit ist, als fertig behandeltes Material aus dem betreffenden Raume entfernt werden zu können.

Der hier in Skizze beschriebene Apparat hat vorzügliche Resultate erzielt, und sind seine Hauptvorzüge: Grosse Einfachheit und leichte Bedienung; Fortfall von hydraulischen oder pneumatischen Druckwerken, Fortfall von Trockenöfen vor der Operation des Imprägnirens; Verwendung von noch grünem Holze, endlich Kontinuirlichkeit der Operation.

Das Streben, den ganzen Holzkörper mit einer konservirenden dünnflüssigen Lösung zu durchdringen, führte zu dem Verfahren, das von Mathew Uzielli schon im Jahre 1839 zur Ausführung gebracht und dann weiter von J. A. Schulz[1]) warm empfohlen wurde.

Beide aber benutzten die natürliche Vegetationskraft der noch lebenden Bäume, um die Imprägnirungsflüssigkeit (holzessigsaures Eisen) aufzusaugen; hierbei wurde der Baum entweder unmittelbar oberhalb der Wurzel angebohrt und die Flüssigkeit in einen diese Stelle des Baumes umgebenden Behälter aus getheertem Segeltuch eingegossen, oder der Baum wurde unmittelbar nach dem Fällen mit seiner untern Hirnfläche mit der Imprägnirungsflüssigkeit in Verbindung gebracht; in beiden Fällen saugt der Baum die Flüssigkeit auf und vertheilt sie selbst bis in die dünnsten Zweige, grade als wenn es sich um die Aufsaugung der durch die Wurzel aufgenommenen, für die normale Ernährung des Baumes nothwendigen Bodenflüssigkeit handelte. Die Flüssigkeit dringt wohl, so lange das Laub

[1]) Neues Verfahren das Holz zu konserviren 1844.

Digitized by Google

der Bäume als ein kräftiger Saugapparat in Thätigkeit bleibt, in die einzelnen Blätter der Baumkronen selbst ein und sterben diese dann selbstverständlich ab; der beabsichtigte Zweck aber ist vollkommen erreicht, ohne alle Arbeitsleistung von hydraulischen oder pneumatischen Pumpwerken!

So vortheilhaft diese Methode für ein Durchdringen des Holzes mit einer gegebenen Flüssigkeit auch erscheint, so hat sie sich doch nicht in die Praxis einzubürgern vermocht. Von einem Werkplatz, um Holz gegen Fäulniss zu schützen, kann bei der eben besprochenen Manipulation keine Rede sein, und bald diesen bald jenen oft sehr ungünstig gelegenen Platz im dichten Walde dazu zu benutzen, scheint für einen ausgedehnten Geschäftsbetrieb äusserst bedenklich. Andererseits bedarf das in Rede stehende Verfahren ein ungemein grosses Quantum von Imprägnirungsflüssigkeit, welche die späteren Abfälle, die Zweige und hauptsächlich den Splint, erfüllt, den Kern selbst aber ziemlich intakt lässt. Bei Anwendung giftiger Stoffe verlieren die sonst zum Brennmaterial verwendbaren vielen Abfälle ihren ganzen Werth.

Diese Gründe mögen den Franzosen Boucherie, der sich anfangs dieser Methode zugeneigt hatte, veranlasst haben, im Jahre 1841 dieses System zu verlassen und ein neues Verfahren einzuschlagen: Hiernach werden frisch geschlagene Baumstämme in unbehauenem Zustande durch Anwendung hydraulischen Drucks mittelst einer Kupfervitriollösung imprägnirt.

Das Boucherie'sche System hat besonders in Frankreich allgemeine Einführung gefunden und beruht darauf, den Holzsaft aus den zu präparirenden Hölzern auszupressen und an dessen Stelle eine geeignete Imprägnirungsflüssigkeit zu bringen.

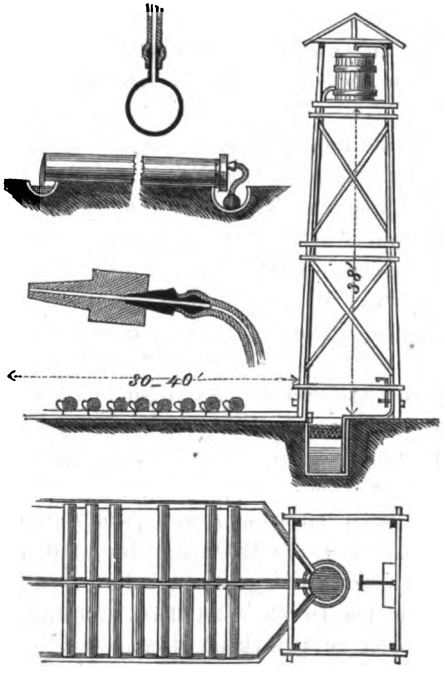
Fig. 120 stellt die Vorrichtung dar, wie solche unter andern auch bei den bayerischen Ostbahnen noch gegenwärtig im Gebrauch ist.

Auf einem hohen Gerüst von 11,4 m. Höhe steht ein Bottich zur Aufnahme der 2° Beaumé haltenden Kupfervitriollösung; die Lösung selbst wird hergestellt in einem in der Erde eingelassenen, unten am Boden stehenden Mischbottich; beide Bottiche stehen mit einer kupfernen Röhre in Kommunikation, so dass die Vitriollösung von dem unteren Bottich in den oberen mittelst einer Druckpumpe gebracht werden kann. Eine zweite kupferne Röhre geht vom tiefsten Punkt des obern gefüllten Bottichs bis zum Boden hinab, bricht sich im rechten Winkel und ist in einer Rinne liegend auf 90—120 m. am Boden horizontal fortgeführt; an dieser Leitungsröhre sind eine Anzahl Guttaperchaschläuche mit Messingmundstücken angebracht, und diese werden, wie es die Zeichnung angiebt, in die zu imprägnirenden Baumstämme, die ihre Rinde noch besitzen, entweder auf der Hirnseite des Stammes oder seitwärts in den Splint des Baumes eingefügt; die Kupfervitriollösung wird nun durch die kupferne Fallröhre und durch die Guttaperchaschläuche mit hydrostatischem Drucke in die Baum-

Digitized by Google

stämme eingeführt und wird sie nach ganz kurzer Zeit vollständig durchdringen; die eingepresste Flüssigkeit sickert am andern Stammende ab und läuft von selbst durch untergelegte Rinnen in den Mischbottich zurück. Unmittelbar da, wo die Flüssigkeit in den Stamm eingeführt wird, ist die Hirnseite desselben durch ein angelegtes Stirnbrett so gedichtet, dass die eingepresste Flüssigkeit hier nicht austreten kann und gezwungen ist, den ganzen Stamm zu durchdringen. Die kupferne Fallröhre mit ihren Guttaperchaschläuchen ist in grösserem Massstabe in unserer Figur dargestellt.

Fig. 120.



Das Imprägnirungsverfahren von Boucherie kann nur an Baumstämmen Anwendung finden, die in ihrer Rinde nicht lädirt sind; auch hat sich gezeigt, dass das Kernholz weniger von der Flüssigkeit aufnimmt, als dies beim Splintholze der Fall ist, das aber zum grossen Theil später beim Schneiden der Schwellen in Wegfall kommt. Unanwendbar ist dies Verfahren beim Eichenholz, sowie es auch weiter an gewisse und begrenzte Zeiten und bestimmte Orte gebunden ist.

Digitized by Google

Bei dem hier vorgeführten Verfahren wird es nicht zu verhindern sein, dass die ausgeschiedenen Holzsäfte sich mit der Kupfervitriollösung in sehr bedenklicher Weise vermischen, so dass die Imprägnirungsflüssigkeit zuletzt total unbrauchbar werden muss. Um dies zu verhindern, wurde eine sogenannte Filtrirtonne mit Kies oder Kohle gefüllt dem Apparate angefügt; die in das erhöhte Reservoir zurückgepumpte Flüssigkeit hat diese vorher zu passiren und wird dadurch einigermassen gereinigt.

Was der Boucherie'schen Methode so lange das Leben fristete, war die ungemeine Einfachheit des Apparates und der ganzen Manipulation, so dass der beabsichtigte Zweck durch dieses System unstreitig mit verhältnissmässig geringen Kosten effektuirt werden konnte; eine grosse Kostenersparniss würde die Anwendung des viel wohlfeileren Zinkchlorids ergeben haben.

Für bereits geschnittene Bahnschwellen verwendet man durchweg hermetisch geschlossene Apparate entweder mit hydraulischem oder pneumatischem Drucke.

Einen Apparat zum Imprägniren der Hölzer mit hydraulischem Druck stellt beigegebene Skizze in Figur 121 dar. Er besteht aus einer Dampfmaschine a, aus zwei kupfernen Cylindern von 4,8—5,4 m. Länge und 2,4 m. Durchmesser bb und aus 6 Bottichen, von denen der eine c zur Auflösung des Zinkchlorids und die anderen 5 d zur Aufnahme der Mischung dienen; einer dieser Bottiche von 1,8 kbm. Inhalt steht auf dem Scheitel eines 12,0 m. hohen Gerüstes, jeder der übrigen Bottiche hat einen Inhalt von 6,2 kbm.

Die zu imprägnirenden Schwellen werden in die Cylinder eingebracht, letztere durch Aufschrauben der Deckel luftdicht geschlossen, und dann die Luft mittelst Pumpen 2½ Stunden lang thunlichst verdünnt. Hierauf lässt man die zu verwendende Metallösung aus den 4 Bottichen durch Aufsaugen in die Cylinder einströmen und nach Anfüllung derselben und Verschluss der Saugeröhren die Mischung des fünften, auf dem Gerüst stehenden Bottichs mit der Füllung des Cylinders 4—6 Stunden lang kommuniziren, um durch den Druck ein tieferes Eindringen der Flüssigkeit in das Innere der Hölzer zu bewirken. Demnächst wird das nach jenem Bottich führende Rohr wieder geschlossen, atmosphärische Luft in die Cylinder gelassen, die Flüssigkeit aus denselben in die unteren Bottiche abgeleitet und die Schwellen herausgenommen.

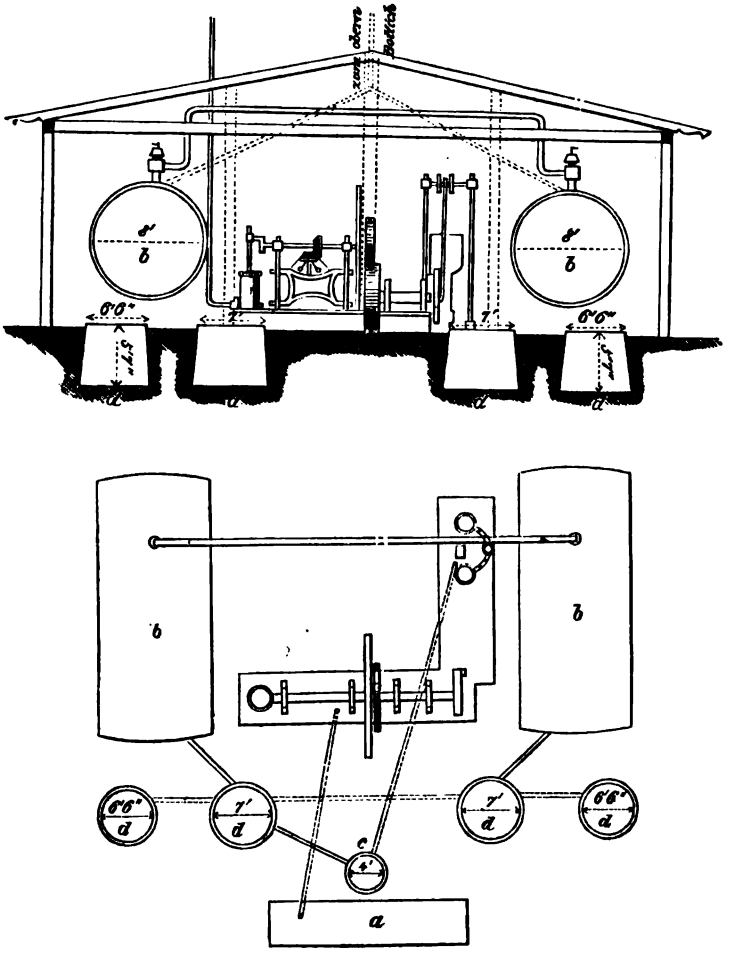
Ein Apparat zum Imprägniren der Hölzer mit pneumatischem Druck befindet sich auf der beigegebenen lithographischen Tafel III und wird weiter unten beschrieben werden.

Ein von dieser Methode abweichendes Verfahren wurde von dem Franzosen Moll in Vorschlag gebracht; es wurden hierbei die zu konservirenden Hölzer in dicht verschlossenen Kammern Kreosot-Dämpfen ausgesetzt. Dies Verfahren fand jedoch keine Beachtung, weil man meinte,

Digitized by Google

dass der Theer nur sehr schwer und unvollständig in Dampf zu verwandeln wäre und die Hölzer schwerlich vollkommen mit demselben zu durchdringen und zu sättigen sein würden. 1868 erhielt der Amerikaner Robbins ein Patent auf eine Methode der Imprägnation von Hölzern mittelst Theer-

Fig. 121.



Dämpfen. Er gebrauchte dazu eine aus Blech gefertigte, hermetisch schliessbare Kammer und eine grosse Destillirblase, aus welcher die flüchtigen Bestandtheile durch ein Verbindungsrohr in die Kammer geführt wurden; auch diese Methode fand keine allgemeine Anwendung. Neuerdings hat

Digitized by Google

nun mit besserm Erfolg der Oberst L. v. Paradis in Wien ein Verfahren angegeben, dem bei der Ausstellung zu Graz der Staatspreis zuerkannt wurde; es wird noch geheim gehalten, soll aber der ausgedehntesten Anwendung fähig sein.

Diese Imprägnirungsmethode soll schon vor mehr als 4000 Jahren den alten Aegyptern bekannt gewesen sein, welche ihre aus dem leicht verwesenden Sykomorenholze angefertigten Mumiensärge mit Dämpfen durchräucherten, die aus Asphalt und Mineralölen gewonnen wurden.

Paradis verwendet Produkte der trockenen Destillation, Kreosot, Phenyl (Karbolsäure) und auch Naphthalin in Dampfform, und zwar zerfällt dabei die Arbeit der Holzkonservirung in fünf Operationen. Vier davon werden in den Imprägnirungskammern, die eiserne Wandflächen besitzen, die fünfte in der Abkühlungskammer vorgenommen, wobei die Art, der Trocknungs- und der Imprägnirungsgrad ganz in der Hand des die Arbeit Ausführenden liegen. So werden Bahnschwellen, Pfähle, Telegraphenstangen etc. stärker imprägnirt als Hölzer, welche der Tischlerei oder dem Wagenbau zu dienen haben. Alle Hölzer gehen aus dem Prozesse ganz trocken hervor und eignen sich zur sofortigen Verwendung. Selbst grünes Holz ist nach wenigen Tagen verarbeitbar, ohne durch die Schnelligkeit des Prozesses Schaden zu leiden.

Tischlerhölzer erhalten durch das Dämpfen eine schöne Färbung und Schattirung ihrer Oberfläche.

Mittlerweile hat sich das Verfahren, Eisenbahnschwellen mit Theerdämpfen zu imprägniren, insofern bewährt, dass mehrere so behandelte Schwellen, nachdem sie 6 Jahre in höchst ungünstigem, nasslehmigem Boden gelegen hatten, nicht die geringste Spur einer Verschlechterung bemerken liessen.

Ferner liegt der Beweis vor, dass Lärchenpfosten in den Kellergeschossen des Opernhauses, dann Brückenhölzer aus Fichtenholz nach der Methode Paradis behandelt nach 8 Jahren auch nicht die leiseste Spur einer Verwesung oder Verschlechterung gezeigt haben, so dass eine Jury sich zu dem Ausspruche veranlasst sah: „Es sei in bezug auf die muthmassliche Dauer der ebenerwähnten Hölzer kein Grund vorhanden, aus welchem dieselben nicht nach 20 Jahren noch gerade so unversehrt sein sollten[1]).“

[1]) Ein Separat-Abdruck aus der Wochenschrift „der Bergmann“: die Holzimprägnirung mittelst antiseptischer Dämpfe in ihrer technischen und volkswirthschaftlichen Bedeutung ist in Wien bei H. Huppmann 1878 erschienen.

Digitized by Google

Schlussfolgerung.

Von den zahlreichen antiseptischen Mitteln, welche zur Konservirung der Eisenbahnschwellen in Anwendung kamen, stehen zur Zeit nunmehr folgende vier, nämlich Kupfervitriol, Zinkchlorid, Quecksilbersublimat und Kreosot in Gebrauch. Die Verwendung des erst genannten Stoffes ist aber seit mehreren Jahren entschieden in der Abnahme begriffen, während sich die Anwendung des letzteren fortwährend steigert; es ist begründet durch die vielen Erfahrungsresultate, die in dieser Beziehung vorliegen, und es ist kein Zweifel mehr darüber, dass Kreosot, Zinkchlorid und Quecksilbersublimat als Schutzmittel gegen Fäulniss des Holzes sich besonders bewährt haben. Demnach findet man gegenwärtig vorherrschend 3 Systeme in Gebrauch, nämlich:

1. System Kyan, Tränken der Schwellen in einer Lösung von Quecksilbersublimat,
2. System Burnett, Einpressen von Zinkchlorid auf pneumatischem Wege und
3. System Bethell, Einpressen von Kreosotölen.

Es ist zweifellos, dass die Imprägnirung auf pneumatischem Wege ein vollkommneres Durchdringen des Holzes erzielen lässt als das blosse Tränken, trotzdem muss letzteres bei Anwendung von Sublimat deshalb beibehalten werden, weil dieses die Berührung mit eisernen Kesseln durchaus nicht verträgt.

Ausser Zweifel steht ferner, dass alle drei obengenannten Systeme den Schwellen eine längere Daner verleihen, wenn auch in ungleichem Grade. Die am meisten Konservirungskraft bewährende Methode ist aber darum noch nicht die beste, weil ihr Werth auch von ihren Kosten, sowie die Rechtfertigung des Imprägnirens überhaupt auch noch von dem lokalen Preis des rohen Holzes abhängig ist.

Die Beantwortung der hierher gehörigen Fragen lässt sich durch rechnerische Erörterungen etwas erleichtern. Wenn nämlich zwei Materialien von gleicher Brauchbarkeit aber verschiedener Dauer mit einander verglichen werden, und wenn für beide Sorten folgende Werthe gelten:

a und A = Ankaufspreis,
v und V = Verwendungs- oder Auswechslungskosten,
u und U = jährliche Unterhaltungskosten,
e und E = Erlös aus dem alten Material,
d und D = Dauer in Jahren,
p = Zinsfuss und
k und K = Gesammtkosten sammt Zinseszinsen am Ende der Vergleichsperiode von d × D Jahren

so wird allgemein:

Digitized by Google

$$k = \left(\frac{d.D}{1{,}0\ p - 1}\right) . \left[\frac{1{,}0\ p^{d} . (a + v) - e}{1{,}0\ p^{d} - 1} + \frac{u}{0{,}0\ p}\right] \text{ und}$$

$$K = \left(\frac{d.D}{1{,}0\ p - 1}\right) . \left[\frac{1{,}0\ p^{D} . (A + V) - E}{1{,}0\ p^{D} - 1} + \frac{U}{0{,}0\ p}\right]$$

Durch Gleichstellung der beiden Ausdrücke lässt sich bestimmen, wie viel ein Material mehr kosten darf, wenn es um eine gewisse Anzahl von Jahren länger dauert. Man erhält dann, wenn berücksichtigt wird, dass bei Bahnschwellen $u = U = 0$; $v = V$ und $e = E$ ist, den Ankaufspreis der bessern Materialsorte:

$$A = \frac{\left(1{,}0\ p^{D} - 1\right) . a + \left(1{,}0\ p^{D-d} - 1\right) . (v - e)}{1{,}0\ p^{D-d} \left(1{,}0\ p^{d} - 1\right)}$$

In Bayern handelt es sich vorzugsweise um Imprägnirung von Fichten-, Tannen- und Föhrenholz; beträgt der Ankaufspreis a einer solchen unimprägnirten Bahnschwelle 1 Fl., der Auswechslungspreis sammt Transport und Unterkrampen $v = 15$ Kr. $= 0{,}25$ Fl., der Erlös aus einer alten Schwelle $e = 3$ Kr. $= 0{,}05$ Fl. und als Zinsfuss sollen 5 Prozent gerechnet werden, so vereinfacht sich obige Formel hiernach wie folgt:

$$A = \frac{\left(1{,}05^{D} - 1\right) + 0{,}2\left(1{,}05^{D-d} - 1\right)}{1{,}05^{D-d}\left(1{,}05^{d} - 1\right)} .$$

Hiernach lässt sich die nachfolgende Tabelle berechnen. Die Mehrkosten der bessern Schwellensorten, das sind also beziehungsweise die Kosten der Imprägnirung, dürfen für Erhöhung der Dauerhaftigkeit betragen:

von	4	auf	5	Jahren	16	Kr.,	5	auf	5	Jahren	0	Kr.
-	-	-	6	-	31	-	-	-	6	-	13	-
-	-	-	7	-	45	-	-	-	7	-	24	-
-	-	-	8	-	59	-	-	-	8	-	35	-
-	-	-	9	-	72	-	-	-	9	-	46	-
-	-	-	10	-	85	-	-	-	10	-	56	-
-	-	-	11	-	96	-	-	-	11	-	66	-
-	-	-	12	-	107	-	-	-	12	-	76	-
-	-	-	13	-	118	-	-	-	13	-	85	-
-	-	-	14	-	128	-	-	-	14	-	93	-

Digitized by Google

Die Dauer der unimprägnirten weichhölzernen, besonders der fichtenen und tannenen Schwellen beträgt aber durchschnittlich zwischen 4 und 5 Jahren; das Mittel aus obigen Zahlen entziffert demnach als erlaubte Mehrkosten für die Erhöhung einer Dauer

auf 5	Jahre	8	Kr.	auf 10	Jahre	70	Kr.
- 6	-	22	-	- 11	-	81	-
- 7	-	35	-	- 12	-	91	-
- 8	-	47	-	- 13	-	101	-
- 9	-	59	-	- 14	-	110	-

Da die Imprägnirung nach Burnett per Schwelle circa 12 Kr., nach Kyan 27 Kr. und nach Bethell 51 Kr. kostet, so muss die Schwellendauer nach den drei Systemen wenigstens auf 6 und beziehungsweise auf 7 und 9 Jahre erhöht werden, wenn die Imprägnirung einen Vortheil bieten soll. Diese erhöhte Dauer kann aber nach den bisher gemachten Erfahrungen zu 7,9 und 12 Jahren — wenn nicht höher — angenommen werden, und es bieten somit alle drei Systeme gegenüber den unimprägnirten Schwellen pekuniäre Vortheile. Zur Vergleichung der relativen Grösse dieser Vortheile dient das eine Glied der obigen Hauptformel, nämlich:

$$\frac{1{,}0^{\,d}\,p\,(a + v) - e}{1{,}0^{\,d}\,p - 1}$$

Man erhält unter obiger Voraussetzung als Verhältnisszahlen für die Kosten der Schwellenlage sammt Unterhaltung nach Burnett 4,89, nach Kyan 4,70, nach Bethell 4,68.

Wenn daher die obigen Voraussetzungen richtig sind — und die bisherigen Erfahrungen scheinen sie zu bestätigen — so ist der Werth der in Rede stehenden drei Imprägnirmethoden nahezu gleich.

Ein Punkt ist aber bisher ausser Ansatz geblieben; es ist nämlich nicht zu bestreiten, dass bei dem Auswechseln einer Bahnschwelle auch die feste Lage der Nachbarschwellen leidet und durch wiederholtes Unterkrampen wieder gesichert werden muss.

Das öftere Auswechseln der Schwellen vermehrt daher die Adjustirungsarbeiten überhaupt. Eine Bestätigung hierfür liegt auch in der Erfahrung, dass bei dem eisernen Oberbau, wie er z. B. auf den nassauischen Bahnen in bedeutender Ausdehnung nach dem System Hilf angewendet ist, und wo also keine Schwellenauswechslungen vorkommen, eine Adjustirung des Gestänges immer erst nach mehreren Jahren nothwendig wird.

Dieser Umstand spricht ganz entschieden für das System Bethell, weil es den Schwellen die längste Dauer verschafft, ohne mit Berücksichtigung dieser Dauer kostspieliger zu sein als die beiden anderen Methoden;

Digitized by Google

es erfreut sich demnach dieses System der ausgedehntesten Anwendung.

Auch die bayerischen Staatsbahnen haben dies System in neuerer Zeit acceptirt, und ist dasselbe eingeführt neben der bereits seit 1869 bestehenden grossartigen Holzkonservir-Anstalt in Kirchseon, welche nach dem System Kyan eingerichtet ist.

Es möchte wohl ein allgemeines Interesse bieten, die Einrichtung der Schwellenfabrik in Kirchseon hier im grossen Ganzen zu beschreiben: sie ist wohl die grösste aller derartigen Etablissements; sie liegt auf der Wasserscheide zwischen Isar und Inn und ist ringsherum von ausserordentlich grossen Staats- und Privatwaldungen umgeben; sie hat den Bedarf an imprägnirten Bahnschwellen für die bayerischen Staatsbahnen südlich der Donau und zwar sowohl für den Neubau als auch für die Bahnunterhaltung zu decken.

Die Fabrik besteht aus 3 Haupttheilen, dem Sägewerk, der Kyanisir- und der Kreosotir-Anstalt.

Das Sägewerk[1]) hat eine 20pferdige Dampfmaschine c mit Dampfkessel d, welche zugleich das für die Fabrik benöthigte Wasser aus einem 32 m. tiefen Brunnen schöpft; 3 Gatter b, b^{I} b^{II} und 2 Kreissägen a und a^{I} schneiden hier aus dem Rundholz täglich 300—400 Eisenbahnschwellen zu. Nächstdem werden der Fabrik aber auch façonnirte Schwellen von Privaten geliefert.

Die Dampfsäge steht mit dem Lagerplatz für Rundholz einerseits und andererseits mit der Einlaughütte und der Kreosotiranstalt durch verschiedene Schienengeleise und Drehscheiben in Verbindung; ein weiteres Schienengeleise vermittelt auch die unmittelbare Benutzung der München-Rosenheimer Eisenbahn.

Die Kyanisiranstalt ist nach dem in Baden gebräuchlichen Verfahren eingerichtet; sie hat, wie dies die beigelegte lithographische Tafel Tafel II zeigt, in einem einfachen Gebäude aus Fachwerk 14 Imprägnirungskästen oder Einlaugbottiche, wovon jedoch zwei, zur Imprägnirung längerer Hölzer eingerichtet, die doppelte Grösse besitzen und für gewöhnlich durch eine Zwischenwand in zwei Theile geschieden sind; demnach sind eigentlich 16 gleiche Kästen vorhanden, deren jeder circa 150 Schwellen fasst.

Je zwei Kästen werden täglich, die Sonn- und Feiertage ausgenommen, geleert und wieder gefüllt, so dass die Schwellen durchschnittlich 8—9 Tage in der Lauge liegen; diese enthält $^{1}/_{150}$ Chlorquecksilber, wovon jede Schwelle durchschnittlich 125 Gramm aufnimmt.

Neben der Einlaughütte befindet sich die Gifthütte, mit Giftküche und Giftmagazin, Requisitenkammer, Bureau, Arbeiterraum, Wasserreservoir etc. Die Giftküche ist zur Zeit als Badezimmer für die Arbeiter

[1]) Siehe die beigegebenen lithographischen Tafeln I, II und III.

Digitized by Google

eingerichtet, da sie in ihrer erstern Eigenschaft entbehrlich geworden ist. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass es vortheilhafter ist, die tägliche Verstärkung der Lauge statt mit koncentrirter Lösung durch Einhängen von abgewogenen Sublimatmengen in dichten Säcken zu erzielen, wodurch das für die Arbeiter so gefährliche Eintragen der heissen Lösung unnöthig und zugleich viel Zeit und Arbeit erspart wird.

Der Ersatz an Wasser, welcher durch Einsaugen der Schwellen und durch die Verdunstung nothwendig wird, geschieht durch das Spülwasser, welches sich durch Abspülen der Schwellen vor dem Austragen mittelst einer Brause, die mit dem Wasserreservoir durch einen Schlauch in Verbindung steht, ergiebt. Hierdurch wird an Sublimat gespart, und werden die Schwellen bei ihrer Verwendung den Arbeitern weniger gefährlich. Ein besonderes Reservoir für die Lauge, wie es sonst in andern Kyanisiranstalten vorhanden ist, hat sich als entbehrlich erwiesen, wogegen allerdings in jedem Moment 2 Kästen leer stehen.

Nach dem Gesagten werden täglich 300 kyanisirte Schwellen producirt.

Die Kreosotiranstalt, auf der beigegebenen lithographischen Tafel Blatt III dargestellt und erklärt, besteht der Hauptsache nach aus dem Imprägnirkessel c mit 1,8 m. Durchmesser und einer 4fachen Länge der Bahnschwellen; an seiner einen Stirnseite befindet sich ein abnehmbarer Deckel. Vier kleine eiserne Wagen werden mit Schwellen beladen und unmittelbar auf einem Schienengeleise in den Kessel geschoben.

Ferner ist eine Dampfmaschine a von etwa 8 Pferdekräften nothwendig; nach dem Einbringen der Schwellen in den Imprägnirkessel und dem Schliessen desselben beginnt mittelst der Dampfmaschine die Evakuirung durch die Luftpumpe, welche nach halbstündiger Thätigkeit am Vacuum-Meter 81 Zoll Quecksilbersäule (also ¼ Atmosphärendruck im Kessel) bewirkt und sodann langsamer noch circa ¼ Stunde fortarbeitet, um die Luft aus den Holzzellen zu entfernen. Es wird dann die Leitung e von dem tiefer liegenden Oelreservoir geöffnet, worauf der Imprägnirungscylinder durch den Druck der äussern Luft mit dem Kreosot sich füllt. Während dem arbeitet die Luftpumpe immer fort, bis das Gehör an dem auf dem Imprägnirungskessel stehenden steigenden Sicherheitsrohr anzeigt, dass die Füllung vollständig erfolgt ist. Die Luftpumpe wird dann abgestellt, die Hähne der Leitung vom Reservoir und zur Luftpumpe geschlossen, und nun mittelst der Druckpumpe, welche aus dem Reservoir saugt, Oel in den Kessel gepresst bis zu einem Druck von 9 Atmosphären, unter welchem so lange fortgepresst wird, bis der am Oelbassin angebrachte Schwimmer ein bestimmtes Quantum eingepressten Oels anzeigt. Gewöhnlich arbeitet die Druckpumpe 1 Stunde lang. Nach Abstellen derselben geschieht das Entleeren des Kessels vom Oel durch Oeffnung der Leitung in das Tiefreservoir und des Lufthahns an dem Sicherheitsrohre. Nach Lösung des Deckels wird das imprägnirte Holz aus dem Kessel ge-

Digitized by Google

fahren und durch Einfahren inzwischen auf den eisernen Wagen vorbereiteter Hölzer, eine neue Charge begonnen. Diese Vorbereitung beruht im wesentlichen auf künstlicher Trocknung des bereits lufttrocknen Schwellenholzes im Trockenofen, dessen Heizung durch Dampf die Dampfmaschine mit zu besorgen hat. Dieser Ofen steht vor dem Kesselhause und hat fast den gleichen Querschnitt wie der Kessel, aber dessen doppelte Länge.

Die beladenen Schwellwagen stehen in diesem Ofen auf die Dauer von 2 Chargen oder 6 Stunden, was bei bereits lufttrockenen Hölzern als genügend befunden wurde; 16 Schwellwagen sind jeder Zeit im Dienst, 4 befinden sich im Kessel, 8 im Trockenofen, 4 auf den Auf- und Ablade-Plätzen.

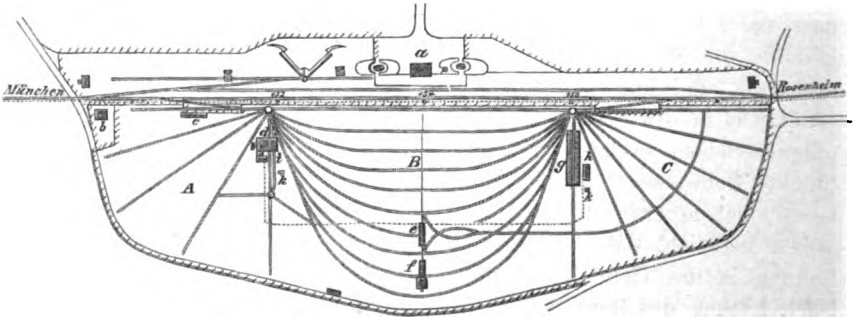
Das verwendete Kreosot ist im Sommer dünnflüssig genug, um unmittelbar zum Imprägniren verwendet zu werden, im Winter dagegen werden die Reservoire erwärmt, was durch Dampfheizung von dem Dampfkessel der Betriebsmaschine aus geschieht.

Die fichtenen Schwellen mit circa 0,1 kbm. Inhalt konsumiren durchschnittlich 12 Kilogr. Kreosotöl per Stück; letzteres befindet sich in einem gemauerten Tiefreservoir, und ist ein Hochreservoir nicht angewendet.

Die Leistungsfähigkeit der Kreosotirfabrik ermöglicht, bei täglich gemachten 4 Chargen à 120 bis 160 Schwellen, 500 bis 600 Bahnschwellen; werden die 300 kyanisirten Schwellen hier mit in Rechnung gebracht und 300 Arbeitstage per Jahr angenommen, so kann die Schwellenfabrik in Kirchseon jährlich 270 000 präparirte Schwellen liefern, bei forcirter Arbeit aber leicht 290 000 Stück; der Bedarf, der sich jährlich für die Bahnverwaltung auf 244 000 Schwellen entziffert, ist demnach vollkommen gedeckt.

Das Sägewerk d, die Kyanisiranstalt g und h, dann die Kreosotiranstalt f sind unter sich, wie dies Figur 122 darstellt, und mit den Lagerplätzen für Rundholz A, für unimprägnirte B und für imprägnirte

Fig. 122.



Digitized by Google

Schwellen C, mit der nebenan liegenden Eisenbahnstation a durch ein System von Geleisen verbunden; die ganze Fabrik mit mehr als 40 Tagewerk [1]) Areal hat einen Kostenaufwand von 380 000 Mark erfordert.

Situation der Schwellen-Imprägnir- und Kreosotir-Anstalt in Kirchseon:

Erklärung:

a) Stationsgebäude von Kirchseon,
b) Verwaltungsgebäude,
c) Meisterwohnung,
d) Dampfsäge,
e) Trockenofen,
f) Kreosotir-Gebäude,
g) Einlaughütte (Kyanisiranstalt),
h) Gifthütte,
i) Brunnen,
k) k) Aborte,
A) Lagerplatz für Rundholz,
B) Lagerplatz für nicht imprägnirte Schwellen,
C) Lagerplatz für kyanisirte und kreosotirte Schwellen.

Die bis jetzt gemachten Erfahrungen über die Dauer von imprägnirten Holzschwellen lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Mit Chlorzink imprägnirte Kiefernschwellen erforderten nach 21 jährigem Gebrauch eine Auswechselung von 31 pCt.

Mit Kreosot imprägnirte Buchenschwellen erforderten nach 22jährigem Gebrauche eine Auswechselung von 46 pCt.

Bei nicht imprägnirten Schwellen mussten nach 17jährigem Gebrauch 49 pCt. ausgewechselt werden, während mit Chlorzink imprägnirte Eichenschwellen nach Ablauf derselben Zeit nur mit 20,7 pCt. unbrauchbar geworden waren.

Auf den österreichischen Eisenbahnen hat die Schwellenauswechselung betragen:

Bei nicht imprägnirten Eichenschwellen	nach	12	jähr.	Dauer	47,48 pCt.
Mit Chlorzink - - -	-	7	-		3,20 -
- kreosothaltigem Theeröl - -	-	6	-	-	0,09 -

Nach allen gemachten Erfahrungen möchte, besonders bei dem stets theurer werdenden Kreosot, das Chlorzink immer mehr in den Vordergrund treten; schon jetzt verwenden in Deutschland zum Imprägniren ihrer Schwellen 19 Eisenbahn-Gesellschaften Chlorzink, 16 Theeröl, 7 Chlorzink und Theeröl, 7 Quecksilbersublimat, 4 Kupfervitriol, während 19 Eisenbahn-Gesellschaften nicht imprägnirte Schwellen verwenden; nach statistischen Angaben ergiebt sich für die Dauer der Schwellen:

[1]) Bayer. Tagwerk = 34,07 Ar.

Digitized by Google

	nicht imprägnirt	mit Chlorzink imprägnirt
Eichen	13	22
Tannen	7	10
Föhren	5	12
Buchen	3	13
Lärchen	5	15

Ueber die Dauer hölzerner Telegraphenstangen liegen folgende Erfahrungen vor und wurde der Werth verschiedener Schutzverfahren gegen Fäulniss in einem Congress von Telegraphen-Ingenieuren in London 1874 wie folgt festgestellt[1]):

1. Nicht präparirte Säulen haben eine durchschnittliche Dauer von . . . . . 7 Jahren.
2. Präparirte nach Boucherie (Kupfervitriol) . . . 10—14 -
3. - - Burnett (Chlorzink) . . . . . 18—20 -
4. - - Bethell (Kreosotöl) . . . . . 25—26 -

Hausschwamm.

Ein arger Feind des Holzes ist der Holz- oder Hausschwamm (Merulius destruens oder M. lacrimans), ein Pilz aus der Familie der Hymenomyceten, der sich durch mikroskopisch kleine Sporen fortpflanzt. In tiefster Verborgenheit entwickelt sich das aus zarten cylinderischen Zellen bestehende Mycelium, das in seiner weitern Entwickelung die grossartigsten Verherungen anrichtet. Bei seiner Entstehung bemerkt man zuerst kleine weisse Punkte, die nach und nach zu schleimigen Flecken zusammenfliessen und einen zartwolligen Anflug, dann aber ein silberartiges, dem Spinngewebe ähnliches Gespinnst bilden; diese zarten Fäden durchdringen alles Holzwerk und selbst die Mauer, wenn dort weiteres Holzwerk zu finden ist. Späterhin verwandelt sich dieses Gespinnst in ein Fadengeflecht, welches aschgraue Farben hat und seidenartigen Glanz besitzt, dabei viele Poren zeigt, in denen wasserhelle Tropfen liegen; dasselbe wächst oft sehr schnell, lässt von den Seitenkanten seine Fäden ausgehen, durchdringt, Nahrung suchend, das Mauerwerk, schleicht sich von einem Theile des Hauses zum andern, zerstört durch Aussaugen alle organischen Stoffe und giebt einen unangenehmen Modergeruch von sich, gestaltet sich jedoch je nach Beschaffenheit der Stellen, die es während seines Wachsthums erreicht, ziemlich verschieden. An feuchten, dunklen Orten verwächst das Fadengeflecht zu einer häutigen Substanz von sehr geringer Stärke und trocknet, wenn es die von ihm überzogenen Theile gänzlich

[1]) Telegrafic Journal 1874. S. 209 und 217.

Digitized by Google

ausgesogen hat, zu einer schmierigen Konsistenz aus. Ziehen aber an einer noch nicht ganz ausgesogenen Stelle des Holzes durch einen Riss oder Spalte einzelne Myceliumfäden, oder eine ganze Gruppe derselben in's Freie an Luft und Licht, so bildet diese Masse, sich zu festerer Konsistenz verdickend, eine gekräuselte Krone oder auch eine Scheibe, welche in den buntesten, lebhaftesten Farben, gelblich weiss, violett, zimmtbraun und in's Bläuliche schimmernd prangt, sich sehr schnell vergrössert und oft zu runden Scheiben von 6—45 cm. im Durchmesser, in der Mitte bis zu 6—9 cm. Dicke sich entwickelt. Nach und nach erhärtet diese Substanz zu einer korkartigen Masse, an deren sammtartiger Oberfläche sich trichterförmige Vertiefungen zeigen, deren Zwischenräume sich allmälig fast bis zu Fadendünne verengen und sich dann mit einer durchsichtigen, klebrigen Flüssigkeit ausfüllen, welche keine Säure enthält und pilzartigen Geruch annimmt. In früherer Zeit hat man mehrfach geglaubt, das in alle Ritzen und Spalten eindringende Geflecht leite die Feuchtigkeit tief in's Holz hinein und beschleunige dadurch dessen Zerstörung, allein vielseitige Beobachtungen haben zu der Ueberzeugung geführt, dass dem nicht so ist. Der Holzschwamm erzeugt sich eben blos da, wo im oder am Holze Nahrung für Pflanzen, aber weder Luft noch Licht vorhanden ist, und zieht allen Pflanzensaft aus dem Holze heraus. Hierauf verwandelt sich die klebrige Flüssigkeit in den Zellen zu Körnern, welche zerspringen und ihre zimmtbraunen Sporen (etwa 0,007 mm. im Durchmesser) mit einer fast unglaublichen Energie Meter weit fortschleudern, so dass ausgedehnte Räumlichkeiten damit überdeckt werden. Der Schwamm stirbt dann ab, wird schwarzbraun und bröckelig; das von demselben ausgesogene Holz erscheint durch Borsten und Querrisse zerbröckelt, dunkelbraun, ist ganz trocken und hat ein Aussehen, als wäre es halb verkohlt. Durch Oelfarbe, Theer oder Firniss dringen die Mycelium-Fäden nie durch, woher es kommt, dass man bei mit Oelfarbe angestrichenen Holztheilen (Thürverkleidungen, Wandvertäfelungen) das Vorhandensein des Holzschwammes nicht wie bei unangestrichenen Hölzern erkennen kann. Erst bei weit vorgeschrittenem Wuchern der Schwammbildung erkennt man sein Dasein an dem Nachgeben der angestrichenen Holzoberfläche und dem kurzen Eingebogenwerden beim Aufdrücken, ferner an dem dumpfen Klang, den die betroffenen Theile beim Klopfen mit dem Finger geben.

Die an Kohlensäure gewiss sehr reiche Gesammtausdünstung des Hausschwamms wird für sehr gesundheitsschädlich betrachtet; sie erzeugt Kopfweh, Schwindel, Affektionen der Schleimhäute, Asthma, alles Krankheitserscheinungen, die sehr wohl durch Einathmen der in so grosser Menge vorhandenen, bei jedem Luftzuge sich in Bewegung setzenden Sporen verursacht werden können.

Ausser den oft massenhaft auftretenden Pilzen (Mycetes), denen der Merulius lacr. angehört, kommen in den Bauten auch wohl noch sogen.

Digitized by Google

Schleimpilze (Myxomycetes) und Schimmelpilze (Phycomycetes) vor, die aber wesentlich andern Charakter besitzen.

Die Mittel zur Verhütung des Hausschwammes sind im wesentlichen: Fällen des Holzes zur Winterzeit, da im Saft geschlagenes Holz zur Schwammbildung sehr geneigt erscheint; künstliches Entfernen oder chemisches Umwandeln der Holzsäfte, und das Vermeiden, solche Körper in die unmittelbare Nähe eines Baues zu bringen, welche Nahrung für Pflanzenkeime enthalten. Hierher gehören: alle fruchtbaren Erdarten, Schutt von Gebäuden, in denen der Schwamm schon war, Sägespäne, Pflanzenreste etc. Fussbodenlager sind auf trockne Unterlagen zu legen und nur mit ganz trocknem reinem Bauschutt zu hinterfüllen; noch besser ist es, überall an eingeschlossene Hölzer durch gute Ventilation Luft und Licht zubringen. Zur Verhütung des Hausschwammes ist es empfehlenswerth, das ganze Gebäude gegen aufsteigende Nässe durch Isolirschichten von Asphalt, Bleiplatten oder gutem Cement zu schützen.

Ist der Holzschwamm in einem Gebäude vorhanden, hat aber das Holz noch nicht stark zerstört, so werden folgende Mittel zur Anwendung vorgeschlagen: Bestreichen des angegriffenen Holzes mit einer Mischung von einem Gewichtstheil Quecksilbersublimat mit 100 Gewichtstheilen heissem Kalkwasser (was nur in unbewohnten Räumen geschehen kann); Bestreichen des Holzes mit Kochsalzlösung, welche so stark eingekocht wird, bis die Ansetzung von Krystallen beginnt und heiss aufzustreichen ist; Anstrich mit Mastixcement, welcher aber nur da anwendbar ist, wo Luftzutritt verschafft werden kann. Auch das sogenannte Kastner'sche Mittel: 220 Liter Torfasche, 14 Liter Kochsalz und 0,50 Kilogr. Salmiak mit kochendem Wasser zu dickem Brei gerührt, mit welchem man die Fundamente innerlich bewirft, ist ein bewährtes Gegenmittel. Vorher muss jedoch das Füllmaterial durch gutes ersetzt, die Schwammgebilde entfernt und die neuen Hölzer luftig gelegt werden. Als vorzügliches Mittel gegen den Hausschwamm wird auch der sehr leicht zu beschaffende Sodakalk, dem sich zunächst der Gaskalk anschliesst, empfohlen. Der Sodakalk ist im wesentlichen ein Gemenge von kohlensaurem, schwefelsaurem, schwefligsaurem und unterschwefligsaurem Kalk und Schwefelkalcium; und sind es die drei letzten Bestandtheile hauptsächlich, welche jedes pflanzliche Leben unmöglich machen. Dabei wird vorgeschlagen, die Füllmasse einige Zoll hoch, besonders da, wo sie mit dem Holze in Berührung kommt, mit dem Sodakalk zu bestreichen und festzustampfen. Dies Material bindet leicht Wasser, erhärtet dabei zu einem festen Cement und entzieht dem Holze seine Feuchtigkeit.

Als ein anderes wirksames Mittel ist Chlorzink zu nennen, das in nahezu syrupsdichter Konsistenz auf das vom Schwamm ergriffene Holz aufgestrichen wird und alle organischen Bildungen nicht blos zerstört, son-

Digitized by Google

dern auch verhindert, dass sich keine erneute Vegetation bilden kann; ähnlich soll Petroleum wirken.

In neuester Zeit wird ein unfehlbares Mittel zur Vertilgung des Holz-, Haus- und Mauerschwammes unter Leistung von Garantie durch die chemische Fabrik von Pollack[1]) in Hamburg empfohlen, sein Name ist Mykothanaton (Pilzentod), und begleitet der Fabrikant seine Offerte mit folgender Bemerkung:

Diese Komposition ist das sicherste Vertilgungsmittel aller zerstörenden Schwammarten; es vertilgt den Holz-, Haus- und Mauerschwamm augenblicklich und verhindert dessen Wiedererscheinen; es konservirt neues Holz und Mauerwerk und restaurirt das bereits von Fäulniss angegangene. Es verbindet sich mit Thon, Kalk, Cement u. s. w. in so intimer Weise, dass ferneres Eindringen der Atmosphärilien unmöglich wird und kann nach erfolgter Anwendung jeder beliebige Anstrich auf Holz, Mauer etc. wieder angebracht werden. Das Mykothanaton ist eine Flüssigkeit und wird, auf 60° erwärmt, auf die schwammbedeckten Theile, ob Holz oder Mauerwerk, mittelst einer Spritze oder eines rauhen Pinsels aufgetragen, wodurch das Uebel sofort als für immer beseitigt zu betrachten ist, aber die unter dem Fussboden befindliche Erde muss gleichfalls mit derselben Flüssigkeit eingesprengt werden.

Das sogenannte Mykothanaton bildet eine bräunlich rothe Flüssigkeit von salzig-saurem Geschmack, 1,16 spec. Gewicht und wird in ausgepichten Fässern versendet.

Nach Prof. Jegel besteht es, ohne Berücksichtigung auf die verunreinigenden und unwesentlichen Nebenbestandtheile, aus mit Schwefelsäure versetzter Kochsalzlauge, welche durch Lackmus roth gefärbt ist. Die Lauge ist wahrscheinlich ein Abfallprodukt von den Stassfurter Kalisalzfabriken; 1 L. des untersuchten Mykothanatons enthält 187 gr. Schwefelsäure und 250 gr. Kochsalz; man hat es daher mit einer äusserst wohlfeilen Flüssigkeit zu thun, in der die bekannte holzkonservirende Wirkung der Salzsoole, mit der alle Organismen zerstörenden Schwefelsäure vereinigt ist; eine erfolgreiche Wirkung aber wird nur dann erzielt, wenn die Flüssigkeit in siedend heissem Zustande reichlich und mehrfach wiederholt zur Anwendung gebracht wird.

Kommt das Mittel mit Mauerwerk in unmittelbare Berührung, so wird die Schwefelsäure in den meisten Fällen von demselben neutralisirt, und bleibt dann einzig und allein die Wirkung der Salzsoole übrig; diese, siedend heiss aufgetragen, vermag ohne Zweifel für sich allein das Mycelium des Hausschwammes zu zerstören, jedenfalls aber erscheint sie als

[1]) Die Fabrikation wird gegenwärtig von Vilain & Comp. in Berlin in ziemlich grossartiger Weise betrieben.

Digitized by Google

sehr geeignet, die sich stets bildenden Sporen in sich einzubetten und sie keimungsunfähig zu machen[1]).

Trotz der Abneigung gegen Geheimmittel und Charlatanerie muss hier doch erwähnt werden, dass die gute Wirkung des sog. Mykothanatons von vielen namhaften Technikern anerkannt worden ist.

Auch O. Herrmann preist ein von ihm erfundenes Mykothanaton an, das nach einer Analyse v. Prof. M. Ballo in Pesth auf 1 L. enthält: 1,16 gr. Eisenoxyd und Thonerde; 1,47 gr. Kupferoxyd; 16,72 gr. Magnesia; 99,9 gr. Schwefelsäure; ferner eine grosse Menge Salzsäure, die nicht weiter quantitativ zu verfolgen der Mühe werth war. Aus diesem Ergebniss lässt sich die Folgerung ziehen, dass dieser Schwammtod nichts anderes ist als die abfallende Lauge, die bei der Bereitung von Kohlensäure aus Magnesit und Schwefelsäure entsteht, und der nur noch rohe Salzsäure beigemischt ward; letztere kann unmöglich als ein bleibendes Präservativ bezeichnet werden, da sie sich verflüchtigt, während die Schwefelsäure in Verbindung mit dem Mauerwerk vollständig neutralisirt wird; somit möchte das Herrmann'sche Mittel einen sehr zweifelhaften Werth besitzen[2]).

Als House preservatory wird ein Mittel gegen Hausschwamm empfohlen, aus einer dunkelbraunen stinkenden Flüssigkeit bestehend, welche sich als ein Gemisch von roher Karbolsäure und etwas kaustischer Natronlauge erweist. Dieses Mittel ist allerdings gegen Hausschwamm, wo der üble Geruch des Mittels nicht hindert, zu empfehlen, und ist auch schon seit Jahren dazu angewendet; man stellt es her aus 10 Kilogr. roher Karbolsäure, 0,50 Kilogr. Aetznatron gelöst in 1 Kilogr. Wasser.

Das neueste Verfahren zum Schutze gegen Hausschwamm hat sich Dr. Zehrener in Magdeburg patentiren lassen, er preist es unter dem Namen „Antimerulion" als unfehlbar an, und liefert es sowohl in trocknem als auch in flüssigem Zustande.

Das trockene Antimerulion besteht aus Infusorienerde, der 6 pCt. Kochsalz (Chlornatrium) und 3 pCt. Borsäure zugesetzt ist; die Wirkung geht darauf hinaus, dass das sehr hygroskopische Kieselguhr die vorhandene Feuchtigkeit absorbire und dem Schwamm so seine Hauptexistenzbedingung entziehe; sollte durch abnormes Vorkommen von Nässe die Wasseraufnahmsfähigkeit der Infusorienerde aber erschöpft werden, so beginnt die Wirksamkeit des leicht löslichen Kochsalzes gegen eine event. Schwammvegetation, sowie der Borsäure als Antiseptikum und paralisirt die schädliche Wirkung der Feuchtigkeit so lange, bis letztere verschwunden ist und die Kieselguhr wieder funktioniren kann.

Das flüssige Antimerulion besteht aus Wasserglas, dem ebenfalls

---

[1]) Vergleiche Mittheilungen über Mycothanaton von Bolzano. Zeitschr. des bayer. Archit.- und Ingen.-Vereins 1875. S. 101.

[2]) Dingler's Journ. 1876. Bd. 222. S. 284 u. S. 609.

Digitized by Google

6 pCt. Chlornatrium und 7 pCt. Borsäure, oder statt letzterer weitere 3 pCt. Chlornatrium zugesetzt werden; solche Chlornatriumlösung dringt, wie Dr. Zehrener behauptet, sehr leicht und tief in das Holz ein und mit ihr die borsaure Natronlösung, während das kiesels. Natron bezw. Kali die Holzporen durch die von der Kohlensäure der Luft ausgeschiedene Kieselsäure ausfüllt und den Zutritt von Feuchtigkeit oder der Schwammsporen von aussen verhindert, nach innen aber die beregten wirksamen Bestandtheile festhält[1]).

Beide Präparate sind gleichzeitig zu verwenden!

Das Antimerulion wirkt offenbar wie das Mykothanaton nur durch seinen Kochsalzgehalt, identisch der schon lang bekannten konservirenden Wirkung der äusserst billigen Salzsoole!

Das beste Mittel gegen den Hausschwamm, ohne Anwendung von chemischen Stoffen, möchte immer darin bestehen, dass man den Räumen, in welchen sich derselbe ausgebildet hat, möglichst vollständig alle Feuchtigkeit entzieht, und dies ist zu bewerkstelligen durch rationelle Anwendung von Heizung und Ventilation. Ein ausgiebiges Trocknen der feuchten Luft ist im Stande dem Schwamme die Bedingungen seiner Existenz zu entziehen, so dass er gänzlich verschwindet.

Wurmfrass.

Ein weiteres Zerstörungsmittel des Holzes ist der Wurmfrass. Viele Insekten sind es, welche die Zerstörung des Holzes verursachen, entweder als Larven von Käfern und Hautflüglern, oder als Käfer und Raupen. Sehr häufig wird das Holz nicht nur zum Aufenhalt von den Insekten aufgesucht, sondern auch zu ihrer Nahrung, und wird wohl bei grosser Vermehrung dieser Thiere gänzlich in seinem organischen Halt zerstört, so dass nur eine pulverisirte Substanz, das Wurmmehl, übrig bleibt. Die einzelnen Arten der Käfer sind meistentheils einer bestimmten Baumart eigen, und während die einen die Blätter, die anderen die Rinde oder den Bast oder das Holz zernagen, begnügen sich wieder andere mit den Knospen und Früchten ein und derselben Baumgattung. Hauptsächlich sind alternde, kranke Bäume vom Wurmfrass behaftet, aber auch das gesundeste und bereits verarbeitete Holz unterliegt demselben nur zu häufig. Die am häufigsten vorkommenden Käfer sind die Borkenkäfer (Bostrichini) und die Bohrkäfer (Plinoidea); die erstern mit länglich walzenförmigem Leib und kurzen Fühlern, deren Endglied fast kugelförmig ist; die letztern haben einen mehr oval walzenförmigen Körper und Fühler mit drei merklich grossen Endgliedern. Beide zeichnen sich durch einen grossen kapuzenförmigen Halsschild aus, welcher besonders bei dem Borken-

[1]) Deutsches Reichspatent No. 870.

Digitized by Google

käfer den Kopf fast ganz überragt und verbirgt. Die Larven sind fusslos. Die Borkenkäfer zerfallen in zwei Gattungen: der eigentliche Borkenkäfer (Bostrichus) und der Bastkäfer (Hylesinus).

Die Gattung Bostrichus enthält 40 europäische Arten, sie leben in und unter der Rinde oder im Holze selbst, sind meistens braun, braunschwarz und nur selten gelb; sie bohren sich vermittelst ihrer Kiefer und sich beständig umdrehend in die Rinde ein, wodurch ein schief nach oben gehendes Loch entsteht, welches nach Verlauf einer Stunde schon 3 cm. tief ist. Das Sägemehl wird mit den Füssen ausgescharrt und fällt auf den Boden, woran man die Anwesenheit dieser schädlichen Käfer am leichtesten erkennt. Haben sich die Borkenkäfer in grösserer Anzahl eingenistet, so fängt der Baum an zu kranken; die Rinde lässt sich leicht abschälen, die Nadeln am Gipfel und bald auch die an den Aesten werden erst blassgrün, dann gelb, zuletzt roth, und fallen endlich ab (Wurmtrockniss). Die Borkenkäfer richten, wo sie in Menge auftreten, in den Forsten ungeheure Verherungen an, namentlich im nördlichen und mittleren Europa. Als Hauptarten der Borkenkäfer sind folgende hervorzuheben: der achtzähnige Fichtenborkenkäfer oder Buchdrucker (B. typographus), seine Flügeldecken sind jederzeit mit vier Zähnen besetzt, 6—7,5 mm. gross; er macht lothrechte Gänge und lebt hauptsächlich auf den Fichten, oft zu vielen Tausenden an einem Stamme. Im Jahre 1783 wurden durch diesen Käfer am Harze zwei Millionen Stämme zerstört. Der grosse Kiefernborkenkäfer (B. stenographus), an den Flügeldecken mit 6 Zähnen jederseits versehen, 9—10 mm. lang und somit der grösste dieser Gattung, sucht hauptsächlich Kieferwaldungen auf und macht breite grade Lothgänge. Der sechszähnige Fichtenborkenkäfer oder Kupferstecher (B. callographus), wovon das Männchen jederzeit an den Flügeldecken drei lange krumme Zähne, das Weibchen aber nur kurze Höckerchen hat, ist nur 3 mm. lang und macht regelmässige sternförmige Gänge.

Die Gattung Bastkäfer (Hylesinus) enthält etwa 30 europäische Arten, sie haben keine gezähnten Flügeldecken aber einen nach vorne verengten Halsschild, unter den jedoch der etwas rüsselförmig verlängerte Kopf nicht vollkommen zurückziehbar ist; sie leben alle am Nadelholze; hierunter bemerkenswerth ist: der Kiefernzweig-Bastkäfer oder Waldgärtner (H. piniperda), pechschwarz oder braungelb, kurzbehaart, mit ziegelrothen Fühlern und Tarsen, punktirtem Halsschild, punktirt gestreiften Flügeldecken, 5—6 mm. lang. Er ist den Kiefern sehr schädlich, macht 9—15 cm. lange Lothgänge. Weil die von ihm angegriffenen Bäume beschnittenen, wie sie früher Mode waren, ähneln, nennt man diesen Käfer Waldgärtner.

Von den Bohrkäfern (Ptinoiden), welche das Holz selbst durchwühlen, ist vorzüglich die Gattung Pochkäfer (Anobium) dem Holze schädlich;

Digitized by Google

hiervon ist am bekanntesten der gemeine Pochkäfer (A. pertinax), er ist schwarzbraun, hat am Halsschilde und nach hinten zwei Grübchen; an den Ecken derselben einen kleinen Haarfleck und ist 7,5 mm. lang. Bei Berührung stellt er sich hartnäckig todt und verursacht durch Klopfen mit dem Kopfe das taschenuhr-ähnliche Picken, welches man oft im Frühjahr aus hölzernen Wänden und Mauerwerk vernimmt, er verwandelt verbautes Holz vollständig in Wurmmehl.

Einer der gefährlichsten Holzfresser ist der Bohr- oder Pfahlwurm (Teredo navalis); er hat ungefähr die Länge eines Regenwurms und endet nach hinten in zwei lange, zuletzt getrennte Röhren; diese Thiere zernagen alles Holz, selbst das festeste und durchbohren es mit Millionen sich durchkreuzenden Gängen, so dass es ganz unbrauchbar wird und zusammenbricht. Man hat gewöhnlich angenommen, dass der Bohrwurm um die Mitte des 17. Jahrhunderts aus den tropischen Meeren nach Europa verschleppt sei. Die furchtbaren Zerstörungen an den europäischen Küsten sind aber wohl grösstentheils dem hier heimischen Teredo fatalis zuzuschreiben. Dieses Thier bohrt nach Hartig indem es die zwei Klappen seiner Schale wie zwei Kinnladen oder Zangenspitzen braucht; durch jeden Stoss wird die Holzmasse in unzählige kleine viereckige Stückchen zerhackt; während die Lebensdauer dieser Thiere eine äusserst kurze ist, vermehren sich jedoch die Bohrwürmer ausserordentlich schnell und massenhaft; im Jahre 1780 wurde der Schaden durch diese Holzzerstörer auf viele Millionen geschätzt. Zum Schutz gegen den Bohrwurm haben sich Theeranstriche nur auf kurze Zeit bewährt, dagegen bleibt mit Kreosot imprägnirtes Holz dauernd verschont, während Eichenholz etwas weniger Widerstand leistet. Glücklicherweise ist Teredo navalis nicht mehr häufig in unseren nördlichen Meeren anzutreffen, dagegen hat Robert Stevenson 1810 in England einen neu auftretenden Holzfeind entdeckt, der alle Holzkonstruktionen, welche der Einwirkung des Meerwassers ausgesetzt sind, langsam aber sicher zerstört. Dr. Leach erkannte in diesem Insekt eine neue und sehr interessante Species, der er den Namen Limnoria terebrans gab, und das den sogenannten Asseln angehört. Die Bohrassel, 2—4 mm. lang, bräunlich grün, richtet an der englischen Küste durch Benagen des Holzwerks unter Wasser grossen Schaden an und selbst das Imprägniren mit Kreosot bietet keine Schutzmittel dagegen; bis jetzt ist noch kein Mittel gefunden, diesen hartnäckigen Xylophagen unschädlich zu machen.

Von Käfern sind auch mehrere aus der Familie der sogenannten, durch ihre ausserordentlich langen Fühler ausgezeichneten Bockkäfer (longicornia) dem Waldholze schädlich, darunter der sogenannte deutsche Held (Cerambyx heros), ein dunkelbrauner, 3 cm. langer Käfer, dessen Fühler die doppelte Länge des Leibes haben. Seine Larve durchfrisst das Eichenholz nach allen Richtungen.

Digitized by Google

Sehr verderblich werden den Bäumen auch die Raupen mehrerer Schmetterlinge aus der Familie der Spinner (Bombycodea) und der Spanner (Phalleodea); sie fressen theils das Laub, theils selbst das Holz und kommen hin und wieder in so ungeheuren Massen vor, dass sie alles kahl fressen. Das Holz selbst wird durchbohrt von den Raupen aus der Gattung Cossus. Die gefährlichste darunter ist die grosse fingerlange Raupe der Weidenbohrer (Cossus ligniperda), die hauptsächlich in Weiden, Pappeln, aber auch in Eichen, Föhren etc. oft einen Centimeter weite Löcher bohrt. Den Nadelhölzern besonders gefährlich ist die Raupe des Fichtenspinners, auch Nonne genannt (Liparis monacha), die Raupe ist weissgrau, hat einen warzigen, von Haarbüscheln besetzten Leib, am Hinterleibe mit rosenrothen Einschnitten; der Schmetterling zeichnet sich durch weisse, mit vielen schwarzen Zickzacklinien durchkreuzte Flügel aus und ist 7,5 cm. breit. Auch die Raupen des Kieferspanners (Fidonia piniaria) richten vielfachen Schaden an. Der Schmetterling ist rothbraun, an den Flügelspitzen und Rändern braunschwarz oder braungelb. Von gleicher Farbe gehen durch die Flügel zwei Querbinden, und überall sind dieselben braunschwarz besprengt; er ist 4,5 cm. breit.

Die grosse Kiefernraupe findet sich nur in reinen Kiefernwaldungen mit sandigem Boden. Der Falter fliegt im Juli und legt seine Eier in die Nadeln des Unterholzes und mit Vorliebe in die Rinde gebrochener Stämme; nach 3—4 Wochen kriechen kleine Raupen aus, welche in die Wipfel der Bäume gehen und die Nadeln fressen, ohne jedoch erheblichen Schaden anzurichten, da zu dieser Zeit der Baum nicht sehr empfindlich ist, weil seine Nadeln nicht mehr jung sind.

Ende Herbst verlassen die Raupen den Stamm und kriechen in die Bodendecke des Waldes, wo sie überwintern, um im Frühjahr bei milder Witterung wieder von Neuem den Baum zu bekriechen, und nun die jungen Nadeln begierig auffressen. Ende Juni puppen sie sich ein und liefern nach dreiwöchentlicher Ruhe den Falter, der seiner Zeit wieder für die Fortpflanzung seiner Gattung sorgt. Oft tritt die Raupe jahrelang nicht bedeutend auf, dann aber, durch die Umstände begünstigt, in schreckenerregender Anzahl.

Die Hauptgefährlichkeit der Kiefernraupe liegt darin, dass ihre Fresszeit in's Frühjahr fällt, wo die Bäume am empfindlichsten sind, dann darin, dass sie in kolossalen Massen auftritt und bei ihrer bedeutenden Grösse eine sehr grosse Gefrässigkeit entwickelt.

Auch unter den Hautflüglern giebt es dem Holze schädliche Thiere, darunter die sogenannten Holzwespen und vor allen die grosse Holzwespe (Sirex gigas). Das Weibchen legt mit langem, bohrförmigen Legestachel seine Eier in die Spalten von Tannen- und Fichtenholz; die Larven durchbohren in tiefen und starken Gängen das Holz, verpuppen sich in demselben, und die zum Leben erwachte Wespe übernimmt es dann, sich

Digitized by Google

aus seiner hölzernen Wiege zu befreien, indem sie sich einen Kanal zum Ausfliegen, das Holz mit den Beisswerkzeugen zerschneidend, anfertigt.

Waldbestände, die wiederholt dem Raupenfrass unterworfen sind, gehen oft rettungslos zu Grunde; jedenfalls werden die Bäume krank und dadurch wird ein Heer von Holzzerstörern herbeigezogen, welche hauptsächlich kränkelnde Bäume befallen und dieselben gänzlich zerstören.

In neuester Zeit (1870) nahmen die Kiefernraupen in der Oberförsterei Glücksburg in der Mark so überhand, dass 7000 Morgen Waldung fast ganz zerstört wurden; die bisherigen Präservativmittel gegen solch' ein Uebel, wie Fangen der Schmetterlinge, Einsammeln der Eier und Larven, sowie das Ziehen von Fanggräben haben sich nur unvollkommen bewährt, dagegen hat das Bestreichen der Stämme mit Theer vorzügliche Dienste geleistet.

In einer Höhe von 1 m. wird die äusserste Rinde in einem Ring von 25 cm. entfernt; Ende März bestreicht man diese Stelle mit Theer, am besten Kientheer, der zäh ist und lange klebrig bleibt; kriechen nun die Raupen beim Eintritt anhaltender warmer Witterung aus und gehen an den Bäumen empor, so bleiben sie an der getheerten Stelle kleben und gehen zu Grunde; auf diese Weise wurden im vorgenannten Waldreviere bei verhältnissmässig sehr geringen Kosten viele Millionen dieser höchst schädlichen Raupen vertilgt[1]).

Ausser den Mitteln zur Verhütung des Wurmfrasses, welche in der richtigen Behandlung des Holzes nach dem Fällen liegt, leisten hier auch alle Ueberzüge von fetten und harzigen Substanzen gute Dienste, auch das Tränken mit Oel und Firnissen sind Verhinderungsmittel des Wurmfrasses, desgleichen das Auslaugen und das Imprägniren der Hölzer mit Kupfer- und Zinkvitriol, dann mit Kreosot, ja selbst das Zuführen von Luft und Licht zu allen Holzkonstruktionstheilen wird den Wurm vom Holze fern halten. Ist Wurmfrass schon vorhanden, so kann man bei kleinen Gegenständen durch Einträufeln von Salzsäure in die Bohrlöcher helfen, andererseits hat man einige Anstriche vorgeschlagen; der eine besteht aus einer Mischung von 5 Eimern Wasser, in denen 1 Kilogr. Leim gelöst ist, mit 0,50 Kilogr. Kupfervitriol und 0,12 kbm. ungelöschtem Kalk; der andere aus Seifensiederlauge, die bis zum Kochen erhitzt wird; ein solcher Anstrich, aus einem Eimer Lauge und 0,75 Kilogr. Salz bestehend ist heiss auf das wurmstichige Holz aufzutragen und dreimal zu wiederholen.

Sehr günstige Resultate, wurmstichige Gegenstände, als geschnitzte Meubel, Ornamente, Statuen etc. vom Wurm und seinen Larven zu befreien, haben Benzindämpfe gegeben, indem die betreffenden Gegenstände in

---

[1]) Specielles über den Schutz der Kiefernwaldungen gegen Raupenfrass siehe: Deutsche Industriezeitung 1872.

Digitized by Google

gut geschlossenen Räumen denselben ausgesetzt wurden; da in Folge des Einathmens von Benzin Erstarrungen eintreten, müssen Räume, in denen man solche Reinigung vorgenommen hat, recht gelüftet und dürfen nicht eher bewohnt werden, ehe die letzte Spur des Benzins verschwunden ist. Benzindämpfe entzünden sich durch die kleinste Flamme zu einer starken Explosion und ist auch in dieser Beziehung grosse Vorsicht zu beobachten.

Schutz gegen Feuer.

Ein ziemlich fruchtloses Bemühen wird es immer bleiben Holz, das gegen die Gewalt des Feuers schützen zu wollen, wohl aber kann man es schwer entzündlich machen und ihm die Eigenschaft nehmen, mit heller Flamme zu brennen, so dass es nicht mehr so leicht Veranlassung zu einer Feuersbrunst giebt und eine solche wesentlich unterstützt. Derartige Zubereitungen beziehen sich entweder mehr auf die Oberfläche, indem man das Holz mit Stoffen bestreicht, die selbst unverbrennlich sind, die Wärme schlecht leiten und in der Hitze nicht abfallen, oder man füllt die Poren des Holzes durch Imprägniren mit Stoffen aus, die unverbrennlich sind und dadurch, dass sie den Zusammenhang der Holzmasse unterbrechen, die Verbrennung desselben unmöglich machen oder doch erschweren. In beiden Fällen wird als bestes Material das Wasserglas empfohlen, und setzt man demselben zum Anstrich, den man 5—6 mal wiederholt, eine grosse Menge Wasser und ein Gemenge von geschlemmtem Thon, Kreide oder Knochenasche bei; sehr wirksam sind Anstriche von Pottaschenlösung, nach deren Trocknen man einen Brei aus Lehm, Mehlkleister und Pottaschenlösung mehrmals aufträgt.

Anstriche von Wasserglas für Holzwerk, Leinwand etc. in vor Nässe geschützten Räumen haben sich durchaus bewährt, dem Wetter ausgesetzt aber werden sie leicht ausgewaschen, und in solchen Fällen verwendet man sicherer einen Anstrich aus einer heissen gesättigten Lösung von 3 Theilen Alaun und 1 Theil Eisenvitriol; hat man diesen Anstrich zweimal wiederholt, so folgt ein dritter mit einer verdünnten Eisenvitriollösung, in welche man weissen Töpferthon bis zur Konsistenz einer gut streichbaren Wasserfarbe eingerührt hat. Alaun und Eisenvitriol dringen dabei tief in das Holz ein und verbinden sich theilweise mit den Holzbestandtheilen zu unlöslichen Verbindungen, welche von Wasser nicht so leicht ausgewaschen werden; immer aber wird es gut sein, derartige Anstriche von Zeit zu Zeit zu erneuern. Nach einer andern Methode bestreicht man Holz wiederholt mit Leimwasser, bis dasselbe nicht mehr eingesogen wird; hierauf folgt ein Anstrich mit stärker gekochtem Leim, den man, ehe er trocknet, mit einem Pulver aus 1 Theil Schwefel, 1 Theil Ocker oder Thon, 6 Theilen Eisenvitriol einstäubt.

Als gute Flammenschutzmittel werden auch Gemenge von Borax und

Digitized by Google

Bittersalz, dann wolframsaures Natron, ferner schwefelsaures Ammoniak und Gyps genannt; letztere Gemenge eignen sich für feinere und gröbere Stoffe von Tüll, Crêpe, Mousselin, Holz etc.

Zum Ausfüllen der Poren des Holzes dienen auch die gewöhnlichen vorn besprochenen Imprägnationsmittel.

Um Holz äusserlich unverbrennlich zu machen, überstreicht man es mit Chlorkalcium, das man unter anderm als Rückstand bei der Zersetzung der Knochen mittelst Salzsäure erhält, welche den kalkigen Bestandtheil löst, ohne den Knochenleim anzugreifen. Dieses flüssige neutrale Chlorkalcium hat gewöhnlich 14° Beaumé und enthält 15 pCt. wasserfreies Chlorkalcium. Man hat dieser Flüssigkeit noch ein gleiches Gewicht Kalkhydrat oder Kalkbrei, so wie man ihn nach dem allgemeinen Verfahren des Kalklöschens erhält, hinzuzufügen. Dieses Gemenge bildet eine Flüssigkeit, ähnlich der zum Weissen angewendeten Kalkmilch, die man mittelst des gewöhnlichen Maurerpinsels applicirt.

Ein solcher Chlorkalcium-Anstrich leistet der Weiterverbreitung des Feuers, wie dies vielfache Versuche im kleinen bewiesen haben, ziemlich günstigen Einhalt, sehr starkem Feuer kann das angestrichene Holz auf lange Zeit freilich nicht widerstehen, denn es wird nach der Zerstörung seines schwachen Ueberzuges in Brand aufgehen, und es hiesse über die Natur der Sache hinausgehen, wenn man eine gänzliche Unverbrennlichkeit des angestrichenen Holzes annehmen wollte, dessen Vorzug doch nur in dem Widerstande bestehen kann, den es der Weiterverbreitung des Feuers entgegensetzt.

In Strassburg soll ein sehr weitgehender Gebrauch von diesem Mittel gemacht werden, indem man daselbst die Dachgespärre und alles dem Feuer zugängliche Holzwerk damit überzieht; man löscht zu diesem Behuf den gebrannten Kalk anstatt mit Wasser mit einer Chlorkalciumlösung und wendet diese Tünche in der gewöhnlichen Weise an.

S. W. Moore hat ein neues Verfahren zum Schutze des Holzes gegen Feuersgefahr ersonnen; hiernach wird das Holz zuerst scharf getrocknet und in einen Cylinder gebracht, in dem Kalkmilch sich befindet und schweflige Säure unterm starken Druck eingepresst wird. Hierdurch werden sich die Poren der Hölzer mit einer Lösung von schwefelsaurem Kalk anfüllen, aus der mit der Zeit Gyps-Krystalle sich bilden[1]).

[1]) S. W. Moore, Chemic. News 1875.

Digitized by Google

Herstellung xylochromischer und xyloplastischer Produkte.

In neuester Zeit verwendet man künstliche Mittel, um Holz zu färben und seine Kohäsionsverhältnisse zu ändern.

Eine Kompressionspumpe führt in einen Windkessel Luft, welche hier 1 bis 2 Atmosphären Ueberdruck erhält und nach Bedürfniss bis circa 80° C. erwärmt werden kann. Von dem Windkessel geht die komprimirte Luft in die luftdicht verschlossenen verschiedenen Gefässe, welche die Flüssigkeiten enthalten, mit welchen die Holzstämme im Innern durchdrungen werden sollen. Mit den einzelnen Gefässen steht eine Röhrenleitung, welche durch Seitenröhren nach Belieben verbunden werden können, in unmittelbaren Zusammenhang.

Die Hölzer werden in unbehauenem Zustande, noch mit der Rinde versehen, der Behandlung unterworfen. Eine mit Firniss bestrichene Holzplatte mit einem Ringe von Kautschuk oder Blei wird durch die mit Schrauben versehenen Haken, welche an dem durch Druckkeile an dem Stamme befestigten Ring sich halten, an die Stirnfläche des Holzes angedrückt. Eine Röhre stellt durch einen Quetschhahn die Verbindung mit der Röhrenleitung her. Die aus den Röhren unter starkem Druck ausströmenden Flüssigkeiten dringen nunmehr durch die Saftgefässe des Holzes hindurch und wirken so unmittelbar auf die Faser desselben ein.

Als Imprägnirungsflüssigkeit wird verdünnte Salzsäure angewendet, deren Wirksamkeit, abgesehen davon, dass sie der Fäulniss entgegenarbeitet, darin besteht, dass sie

1. Einfluss auf die Kohäsionsverhältnisse äussert, und

2. das Holz so aufschliesst, dass die Zellen für die Aufnahme fremder Stoffe, insbesondere der Farbstoffe, empfänglicher werden.

Die Dauer der Imprägnation beträgt circa 8—10 Tage und richtet sich ebenso wie der Grad der Verdünnung der Säure nach dem jeweiligen Zwecke und nach der Gattung und dem Alter des Holzes. Sodann wird durch Einspritzung von Wasser die Säure vollständig entfernt. Es bedarf hierzu einer Zeit von 3—4 Tagen.

Durch diese Behandlung werden fast alle Laubhölzer, hauptsächlich das der Birke, Buche, des Birnbaumes, Apfel- und Nussbaumes besonders leicht schneidbar gemacht, der Schnitt wird zart und weich und die Schnittfläche selbst mattglänzend, dieses zarte schneidbare Holz ist für den Bildhauer ein schätzbares Material, um so mehr da es sich auf die verschiedenste Art färben lässt; für die Bleistiftfabrikation wird das vorher imprägnirte und ausgewaschene Holz cedernholzartig gefärbt und ihm auch wohl der Geruch des Cedernholzes künstlich gegeben.

Digitized by Google

Aeusserst interessant ist die leichte Pressbarkeit des in eben beschriebener Weise behandelten Holzes; es lässt sich frisch ausgewaschen auf den 8. bis 10. Theil seines Volumens zusammenpressen, dabei fügen die einzelnen Holzfasern durch den Druck sich vollständig ineinander ohne zu zerreissen, und quellen, nachdem sie getrocknet sind, nicht mehr auf; den Druck einer Matrize nimmt das so behandelte Holz vollständig mit grösster Schärfe in sich auf und erreicht eine erhöhte Festigkeit durch Zusätze von gelöstem Harz, Leim oder Wasserglas.

Das durch Salzsäure behandelte und durch Wasser wieder entsäuerte Holz ist nun in hohem Grade geeignet, den auf gleiche Weise imprägnirten Farbstoff in sich aufzunehmen, wobei nicht blos die Zellenwände äusserlich, sondern durch und durch gleichmässig gefärbt erscheinen. Zum Färben selbst werden verwendet: Salpetersaures Eisenoxyd giebt helles warmes Grau; Eisenvitriol und Blauholz, dann chromsaures Kali geben helles Gelbgrau; alle diese mit Paraffin versetzt geben dunklere Farbtöne. Doppelchromsaures Kali und Paraffin geben reines Gelbgrau; Blauholz Hell-orange; Blauholz und Paraffin Dunkel-orange; Anilinblau giebt Schieferblau und mit Paraffin versetzt Dunkelschieferblau; Anilinroth giebt Gelblichviolett, das durch Paraffin dunkler wird; Solferino giebt reines Purpurroth, mit Paraffin dunkleres Purpurroth. Die Cedernholzfarbe erreicht man durch Santel- oder Campecheholz, schwarz durch Eisenoxyd und Tannin.

Das durch Säure aufgeschlossene Holz lässt sich nach vollständiger Entsäuerung auch mit Wasserglass oder frischgefälltem Kieselsäurehydrat imprägniren; die einzelnen Zellen werden durch diese Masse im Innern inkrustirt und gewinnen grosse Festigkeit, Schutz gegen Fäulniss und Widerstandsfähigkeit gegen Feuer.

Um das vollkommen durchnässte Holz im Innern rasch zu trocknen, wird erwärmte Luft von circa 50—60° C. durch das Holz gepresst; die darin enthaltene Feuchtigkeit wird auf diese Weise rasch entfernt und es kann kein Reissen des Holzes stattfinden, da die durch die Feuchtigkeit ausgedehnten Zellen gleichförmig getrocknet werden und daher auch gleichförmig sich zusammenziehen. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass das Holz auch gestreift gefärbt werden kann, wenn man durch Einpressen von Gittern an der Hirnseite des Holzes der färbenden Flüssigkeit das Eindringen stellenweise verwehrt; die zusammengepressten Gefässe können dann keine Flüssigkeit in sich aufnehmen. Es ist leicht, auf diese Weise zweierlei Farben nebeneinander liegend in Längenstreifen zu erhalten.

Handelt es sich darum, dem Holz eine Färbung zu geben, ohne dabei seine Kohäsionsverhältnisse zu alteriren, so bringt man das zu färbende Holz in einen dicht verschliessbaren Apparat, pumpt aus demselben die Luft aus und lässt die färbende Flüssigkeit ein, die dann rasch und vollständig das Holz durchdringt; zuletzt wird das Holz wie gewöhnlich getrocknet.

Digitized by Google

Einen neuen Industriezweig bilden auch die Naturholz-Tapeten. Herr Mahler-Segesser in Luzern konstruirte schon im Jahre 1854 eine Maschine, mit welcher Holzblätter in Papierdicke, 0,60 cm. lang und 0,15 cm. breit hergestellt werden konnten, diese Holzblätter fanden bald in den Kartonnagefabriken die freundlichste Aufnahme und vielfachste Verwendung; sie wurden aus allen Holzarten, selbst aus den edelsten hergestellt und durch Färben und Beitzen in ihrer Wirkung erhöht; von prachtvoller Wirkung sind die Blätter aus in- und ausländischem Ahorn, die durch ihre schönen Spiegel und durch Anilin gefärbt mit den schönsten Atlasstoffen wetteifern können.

Später, in den sechziger Jahren, hat M. Martinole in Paris ein Patent auf Naturholztapeten erworben; er gab denselben eine Art Appretur, um sie glatt und glänzend zu machen, konnte aber nur kleine Rollen darstellen, die in ihrer Grösse bedeutend von dem gewöhnlichen Mass der Tapeten abwichen; dieser Grund, und weiter die sehr grosse Sprödigkeit des Fabrikats mögen die Ursache sein, dass sich dasselbe keinen rechten Eingang in den allgemeinen Verkehr verschaffen konnte. Um diesen Uebelständen abzuhelfen, hat Mahler-Segesser es erfunden, die feingeschnittenen Holzblätter auf Papier so zusammenzusetzen, dass sie ununterbrochene Rollen von gleichem Format wie die gewöhnlichen Tapeten (9,0 m. lang, 0,45 m. breit) bilden. Die neuen, dem Erfinder patentirten Tapeten, haben den Vortheil, dass sie, einmal auf der Wand befestigt, unbeweglich bleiben, sich nicht werfen oder reissen, wie dies bei veränderten Temperaturverhältnissen der Fall mit allem massiven Täfelwerk ist. Durch aufgesetzte Friese, Gesimse und Leisten von Naturholz lässt sich jede Vertäfelung leicht und täuschend nachbilden und kostet höchstens den dritten Theil einer massiv vertäfelten Dekoration.

Die Wände, die man mit den Naturholztapeten verkleidet, müssen einen festen glatten Verputz haben, gehörig trocken sein und werden wie gewöhnlich mit Leimwasser getränkt. Die Holzblätter sind sodann mit einem Schwamm anzufeuchten, mit Amlungkleister von starker Konsistenz zu bestreichen und aufzuziehen. Das Aufziehen soll aber erst vorgenommen werden, nachdem die Blätter mit dem Kleister 10 Minuten gelegen haben, weil sonst die Ausdehnung des Holzes sich auf der Wand geltend macht und dadurch Blasen erzeugt werden.

Uebrigens können mit den papierdicken Furniren auch Bautischler-Arbeiten, besonders Thüren, Brüstungen etc. belegt werden.

Die Maschine, womit diese dünnen Holzblätter angefertigt werden, besteht im wesentlichen aus einem feinstellbaren Schlitten mit Messerträger, der sich horizontal in einer Führung über einen hergerichteten Holzblock wegbewegt und die papierdünnen Späne abschält; der Holzblock selbst wird, bevor er in Arbeit kommt, in einem Dampfkasten erweicht; die abgespaltenen Späne werden auch wohl gefärbt und gebeizt, dann auf Papier

Digitized by Google

nach Tapetenart aufgespannt. Der Preis solcher Tapeten von 9,0 m. Länge und 0,45 m. Breite ist für Eichen-, Ahorn und Nussbaumholz 10 Francs; für Mahagoni, amerikanischen Ahorn, Ebenholz 18 Francs; der Quadratfuss Eichen, Ahorn etc. kostet demnach 20 Pf.

Verwendung des Holzzeugs oder Holzstoffes.

Das Verfahren Holzstoff darzustellen, besteht im allgemeinen aus den Prozessen des Holzverkleinerns, des Extrahirens und des Bleichens, wobei jedoch in verschiedener Weise manipulirt wird.

Einige behandeln die Holzsubstanz mit starken, heissen Soda- und Pottaschelösungen und darauf mit Chlor, und endlich wird sie möglichst sorgfältig in reinem Wasser ausgewaschen; andere dagegen wenden zum Reinigen der Faser eine Art Königswasser (6 Th. Salzsäure, 4 Th. Salpetersäure und 250 Th. Wasser) an, und hierauf erst erfolgt eine weitere Behandlung durch Soda oder Ammoniak; das Bleichen erzielt man durch Chlorkalk, worauf der Stoff tüchtig ausgewaschen wird.

Dieser Prozess giebt einen sehr reinen weissen Zeug, der den besten Hanf-, Leinen- und Baumwollzeugen gleichkommt, und kann man von solchem Stoffe 80 pCt. der Papiermasse zusetzen.

Das zur Papierfabrikation verwendete Holz kommt aus den verschiedensten Fabriken in sehr verschiedenem Zustande in den Handel, je nachdem dasselbe nass oder trocken gemahlen ist; auch die Art des verwendeten Holzes bedingt einen grossen Unterschied; am geeignetsten zur Herstellung eines schönen weissen Holzstoffes hat sich das Pappelnholz erwiesen, weshalb es angezeigt wäre, dessen Kultur eine grössere Aufmerksamkeit zuzuwenden; auch Fichten- und Tannenholz verarbeitet man zur Darstellung des Holzstoffes, während die sogenannten harten Hölzer ihres sonstigen Werthes wegen wohl ökonomischer anderwärts verwerthet werden dürften.

Ausser für Papier verwendet man die gewonnenen Holzfasern unter Beimengung von Thon, Gyps, Leinsamenpulver, Blut oder ähnlichen Körpern zur Herstellung von Bilder- und Spiegelrahmen etc. und zwar durch Pressung in Metallformen.

Die Verwendung der Holzfaser (Cellulose) zu Möbelverzierungen gewinnt immer mehr Ausdehnung; die Cellulosen-Fabrik v. B. Harrach in Böhlen (Thüringen) liefert zur Zeit: einfache und reich gegliederte Leisten, Eckverzierungen, Schlüsselschilde, Jagd- und Fruchtreliefs, Kapitäle, reich ornamentirte Aufsätze, Spiegel- und Bilderrahmen, Uhrgehäuse, Nippsachen,

Digitized by Google

Brochen etc. Das Material besteht aus chemisch dargestellter Cellulose mit mechanisch zerkleinertem Holze und erhält seine Form durch ein Bindemittel mittelst Pressung in einer Matrize[1]).

Unter dem Namen Scifarin-Waaren werden in Rheinpreussen allerlei Gegenstände des Luxus und des häuslichen Bedarfs fabrizirt, die ihren Ursprung in werthlosen Holzabfällen, namentlich Sägespänen haben und durch ein Bindemittel und Pressung dem schönsten harten Naturholz an Festigkeit gleich geachtet werden. Die Masse lässt sich sägen, schneiden, bohren, leimen, auf heissen Eisenplatten biegen, nimmt Oel, Politur, Firniss und Vergoldung an; durch starke Pressung giebt man ihr die gewünschte Form und die feinsten Verzierungen, wodurch das Scifarin sich den Schnitz- und Bildhauerwerken an die Seite stellt. In diesen Waaren werden die Farben des Ebenholzes, Palisander, Nussbaummaser und Mahagoni nachgeahmt, die Farben sind dauerhaft wie der Stoff selbst, der auch die Härte von Naturholz annimmt; seine Herstellung soll darauf beruhen, dass man feine Sägespäne mit Blut vermengt und die Masse unter einer hydraulischen Presse einem starken Druck aussetzt.

Specifisches Gewicht des Holzes.

Da die specifische Schwere die nächste Wirkung der Dichtigkeit des Holzes ist, so muss sie bei derselben Holzart auch grosse Verschiedenheit zeigen, denn die Dichtigkeit vom Splint und Kernholz ist sehr verschiedenartiger Natur; erwägt man weiter, dass frischgefälltes Holz ¼, ⅓ bis ⅛ schwerer ist als lufttrockenes, so ist es erklärlich, dass die specifischen Gewichte der verschiedenen Holzarten nur annähernd im Mittel, zwischen den äussersten Grenzen festzusetzen sind, eine bestimmte Zahl für alle Fälle aber ein Ding der Unmöglichkeit ist, ja die verschiedenen Verhältnisse, die bei der Frage über das specifische Gewicht sich geltend machen können, bewirken oft, dass zwei Stücke derselben Holzart einen grössern Unterschied im specifischen Gewichte zeigen, als verschiedene Hölzer, und die hier folgenden Zahlen haben mithin nur bedingte Gültigkeit, sind aber immerhin für gewisse und praktische Zwecke höchst schätzenswerth.

In der folgenden Tabelle für das specifische und absolute Gewicht verschiedener Hölzer in frischem und lufttrockenem Zustande sind die specifischen Gewichte nach Karmarsch gewählt und die absoluten

---

[1]) Bericht v. Docenten O. Esslinger in der gemeinnützigen Wochenschrift für Unterfranken 1877. S. 219.

Digitized by Google

Gewichte nach Zollpfunden auf den Kubikfuss bayerisch und nach Kilogramm auf den Kubikmeter berechnet; die letzte Kolumne enthält nach Winkler die specifischen Gewichte von Hölzern, die 6 Monate lang in geheizten Räumen gelegen hatten und in Würfel von einem Kubikzoll zerschnitten waren.

Name der Holzarten.	Specifisches Gewicht.						Absolutes Gewicht in lufttrockenem Zustande.		Spec. Gewicht von künstlich getrockneten Holzwürfeln nach Winkler.
	In frischem (grünem) Zustande.			In lufttrockenem Zustande.					
	Geringstes	Höchstes	Mittleres	Geringstes	Höchstes	Mittleres	1 Kbkf. bayr.	1 Kbk.-meter.	
	Gewicht.			Gewicht.			Zollpfd.	Kilogr.	
Ahorn	0,843	0,989	0,916	0,612	0,750	0,681	33,859	681	0,618
Apfelbaum . . .	0,960	1,137	1,048	0,674	0,793	0,733	36,444	733	—
Birke	0,851	0,991	0,921	0,591	0,738	0,664	32,994	664	0,598
Birnbaum	—	—	—	0,646	0,732	0,689	34,257	689	—
Buche	0,852	1,109	0,980	0,590	0,852	0,721	35,848	721	0,560
Buchsbaum . . .	—	—	—	0,912	1,031	0,971	48,278	971	—
Zeder	—	—	—	0,561	0,575	0,568	28,240	568	—
Ebenholz	—	—	—	1,187	1,331	1,259	62,597	1259	—
Eibenholz	—	—	—	0,744	0,807	0,775	38,533	775	—
Eiche	0,885	1,128	1,006	0,650	0,920	0,785	39,030	785	0,663
Erle	0,809	1,011	0,910	0,423	0,680	0,551	27,395	551	0,443
Esche	0,778	0,927	0,852	0,540	0,845	0,692	34,406	692	0,619
Fichte (Rothtanne)	0,590	0,993	0,791	0,360	0,492	0,426	19,180	426	0,434
Föhre (Kiefer) . .	0,811	1,078	0,944	0,403	0,763	0,583	28,986	583	0,485
Kirschbaum . . .	0,827	0,928	0,877	0,577	0,717	0,647	31,968	647	—
Lärche	0,671	0,924	0,797	0,473	0,565	0,519	25,804	519	0,441
Linde	0,678	0,878	0,778	0,375	0,604	0,489	22,313	489	0,431
Mahagoni	—	—	—	0,563	1,063	0,813	40,422	813	—
Nussbaum	—	—	—	0,660	0,811	0,735	36,544	735	—
Pappel	0,751	0,956	0,853	0,353	0,591	0,472	21,467	472	0,346
Pflaumenbaum .	—	—	—	0,754	0,872	0,813	40,422	813	—
Pockholz	—	—	—	1,263	1,342	1,302	64,735	1302	—
Rosskastanie . .	0,908	0,908	0,908	0,551	0,610	0,580	28,837	580	—
Tanne (Weiss) . .	0,841	1,004	0,922	0,452	0,746	0,599	29,782	599	0,493
Ulme	0,878	0,958	0,918	0,568	0,684	0,626	31,124	626	0,518
Weide	0,715	0,906	0,810	0,392	0,580	0,486	22,163	486	0,501
Weissbuche . . .	0,939	1,137	1,038	0,728	0,824	0,776	38,582	776	0,691
Weissdorn . . .	—	—	—	0,871	0,871	0,871	43,306	871	—

Digitized by Google

Physikalische Eigenschaften des Holzes.

Unter Härte des Holzes verstehen wir im allgemeinen den Widerstand, welchen dasselbe den Werkzeugen bei der Bearbeitung entgegensetzt; das poröse Frühjahrsholz weicht in seiner Härte bedeutend ab von dem dichtern Herbstholz und kann unter dem Einfluss von Bodenfeuchtigkeit und Nahrungsüberschuss einen bedeutend grösseren Raum einnehmen, als das ohnehin spärlich vorhandene Herbstholz.

Man unterscheidet weiche, halbharte und harte Hölzer, zwischen welchen Klassen jedoch Uebergänge stattfinden. Zu den harten Hölzern rechnet man Eiche, Buche, Birke, Ulme; zu den halbharten Ahorn, Erle, Lärche, Kiefer; zu den weichen Fichte, Tanne, Weide, Pappel. Die Hölzer tropischer Gegenden sind in der Regel sehr hart, z. B. Ebenholz, Santelholz. Holz von älteren Stämmen (so lange dieselben noch nicht überständig), ist immer härter als das von jungen gleicher Art und in demselben Stamme, besonders wo eine Kernholzfärbung vorhanden ist, sind immer die älteren Schichten härter als das jüngere Splintholz. Bei langsamem Wuchs wird das Holz in der Regel härter als bei schnellem üppigen Wachsthum. Die härtesten Hölzer sind nur mit Mühe durch die besten schneidenden Instrumente zu bearbeiten und nähern sich in dieser Hinsicht fast den Metallen von mittlerer Härte z. B. Messing. Dies gilt z. B. von Ebenholz, Grenadilholz etc. Da die Härte des Holzes im allgemeinen um so grösser ist, je mehr widerstehende Holzmasse in einem gegebenen Raum vorhanden ist, so wird die Schwere des Holzes in engem Zusammenhang mit der Härte stehen, wiewohl andere Einflüsse, wie grösserer Harzgehalt das Holz auch schwerer erscheinen lassen. Die harten Hölzer sind zugleich die schwersten, gesundes Kernholz ist schwerer als das vom Splint, Maserholz ist häufig bis ein Drittel schwerer als Stammholz.

Härteversuche durch die Säge nach Nördlinger ergaben die folgende Reihenfolge:

1. Stein hart: Ebenholz etc.;
2. Bein hart: Sauerdorn, Springe etc.;
3. Sehr hart: Mandelbaum, Weissdorn;
4. Hart: Ahorn, Hainbuche, Wildkirsche, Eibe etc.;
5. Ziemlich hart: Esche, Platane, Zwetschenbaum, Akazie, Ulme etc.
6. Etwas hart: Buche, Eiche, Nussbaum, Birn-, Apfelbaum, Edelkastanie;
7. Weich: Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Zirbelkiefer, Erle, Birke, Rosskastanie etc.;
8. Sehr weich: Linde, Pappel, Weide etc.;

Digitized by Google

Versuche, die Härte von trocknem Holze durch Zersägen festzustellen, ergaben eine aufsteigende Reihe: Fichte, Erle, Kirsche, Birke, Eiche, Weissbuche, Rothbuche, Ahorn, Zwetsche, Ebenholz. Feucht gewordenes Holz ergab dagegen: Fichte, Eiche, Erle, Birke, Weissbuche, Kirsche, Rothbuche, Zwetsche, Ahorn, Ebenholz.

Guter Boden und passendes Klima üben einen grossen Einfluss auf die Schwere des Holzes aus, die schwersten Hölzer wachsen unter den Tropen, Kiefernholz aber wird im Norden bei langsamerem Wuchs schwerer. In frisch gefälltem Zustande sind alle Holzarten bedeutend, oft um ¼, ⅓ bis ½ schwerer, als nachdem sie durch Liegen an der Luft gut ausgetrocknet sind, weil hierbei das Wasser entweicht und durch Luft ersetzt wird. Da im Winter eine Menge Nahrungsstoffe im Holze aufgespeichert sind, so ist das in dieser Jahreszeit gefällte Holz schwerer als das im Sommer gefällte. Alle diese Verhältnisse können es bewirken, dass zwei Stücke derselben Holzart einen grösseren Unterschied in ihrer Schwere zeigen, als verschiedene Hölzer untereinander.

Unter Spaltbarkeit des Holzes ist der mehr oder weniger grosse Widerstand zu verstehen, welchen das Holz einer Spaltung, d. h. eine seitlichen, in der Richtung der Baumaxe erfolgenden Trennung seiner Fasern entgegensetzt. Diese Trennung erfolgt durch keilförmige Werkzeuge oder durch eine sonstige Kraft, welche von der Hirnseite des Holzes aus den Zusammenhang der Fasern aufzuheben sucht.

Je dichter und härter das Holz ist, einen um so grössern Widerstand wird es zwar dem Eindringen eines Keiles entgegensetzen, aber die Spaltbarkeit wächst keineswegs in dem Grade, wie Dichtigkeit und Härte des Holzes abnehmen, so wird z. B. bei sehr weichen Hölzern ein Keil ohne eine Kluft zu bilden sich in dieselben versenken, ein Umstand, der das Spalten in gleicher Weise verhindert, als allzu grosse Härte.

Die Spaltbarkeit ist auch abhängig vom innern Gefüge des Holzes, ist aber verschieden in bezug auf die Richtung der Sehne und in derjenigen der Markstrahlen oder Spiegel; am besten und leichtesten findet die Spaltung nach den Ebenen der Spiegel statt, wobei es jedoch auf die Grösse derselben nicht ankommt. So ist z. B. Ahorn- und Buchenholz mit sehr kleinen Spiegeln ebenso leicht spaltbar wie Eichenholz mit seinen sehr starken Spiegeln, während nach anderer Seite Platane mit seinen zahlreichen Spiegeln und Korkeiche mit ungemein starken, schwer und schlechtspaltig sich zeigen.

Besonders schöne Spiegelspaltflächen finden sich in Ahorn und Espe, Akazie, Edelkastanie, Föhre, Lärche, Kreuzdorn, ziemlich glatte bei Eiche, Silberpappel, Ulme. Seidenartig fein erscheint die Spiegelfläche bei den Pappelarten; seidenartig aber splittrig bei der Platane, dünnschuppig bei der Edelkastanie, etwas schuppig bei Ulme und Lärche, schuppig beim gemeinen Ahorn.

Digitized by Google

Trockenes Holz spaltet im allgemeinen schwerer als grünes, ebenso vermindert der Frost die Spaltbarkeit der Hölzer.

Der Widerstand gegen das Spalten nach der Sehne oder nach den Jahresringen ist meist um ⅛ bis ⅞ grösser als die Spaltbarkeit nach den Spiegeln.

Aeusserst schwerspaltig sind: Die gemeine Platane, Mahalebkirsche, Vogelbeer; sehr schwerspaltig: Massholder, gemeine Birke, Hainbuche, Maulbeer, Akazie, gemeine Ulme; schwerspaltig: gemeiner Ahorn, gemeine Esche; etwas spaltig: Schwarzföhre, Kreuzdorn; ziemlich leichtspaltig: Edelkastanie, Cypresse, gemeiner Nussbaum, Lärche; leichtspaltig: Silberahorn, Rosskastanie, Erle, Föhre, Espe, Eiche, Weide, Linde; sehr leichtspaltig: Tanne, Fichte, Weymouthskiefer; äusserst leichtspaltig: Silberpappel.

Völker stellt in seiner Forsttechnologie für die Spaltbarkeit des Holzes folgende Eintheilung auf: gut- und leichtspaltige Hölzer sind: Fichte, Tanne, Föhre, Edelkastanie, Massholder, Lärche; mittelmässig gut- und leichtspaltige: Eiche, Buche, Esche, Erle, Hainbuche, Espe, Weide und unregelmässigspaltige: Ulme, Birnbaum, Birke, Pappel, Ahorn.

Die Biegsamkeit des Holzes, d. h. die Fähigkeit der Fasern sich mehr oder weniger von ihrer natürlichen Richtung ablenken zu lassen, zeigt sich besonders bei frisch gefälltem, jungem, mit Wasser durchtränktem und erwärmtem Holze. Namentlich kann die Biegsamkeit durch Behandlung mit Wasserdampf erhöht werden. Buchenholz und Eichenholz besitzen eine nahezu doppelt so grosse Biegsamkeit als Fichtenholz und Tannenholz. Wird die Biegung bis zu einem gewissen Grade fortgesetzt, so zerbricht das Holz und man sagt, dass das Holz um so zäher ist, je später dies Zerbrechen eintritt. Ein Holz von sehr geringer Zähigkeit nennt man spröde. Setzt man die Zähigkeit der Ulme gleich 100, so ist nach Pfeil die Zähigkeit der Hainbuche gleich 80, der Lärche gleich 80, der Kiefer gleich 75, der Weide gleich 75, der Fichte gleich 75, der Eiche gleich 77. Grünes, nasses und junges Holz ist stets sehr spröde. Junge Bäume von Eichen, Ulmen, Weiden, Erlen, Hainbuchen, Feldahorn besitzen einen sehr grossen Grad von Zähigkeit.

Das Holz ausgewachsener Stämme ist am zähesten von Ulmen, Hainbuchen, Birken, Eschen, dagegen am sprödesten bei Erlen, alten Rothbuchen und alten Eichen; Wurzel- und Astholz ist stets zäher als das Holz vom Stamme selbst.

Die Elasticität, vermöge welcher das Holz, wie jeder elastische Körper, leicht in die Form oder Grösse wieder zurückkehrt, welche es durch eine äussere Gewalt, Druck oder Spannung zu verändern gezwungen wurde, ist demselben stets auf bemerkbare Weise eigen. Ein Holzstab zieht sich sowohl in der Längenrichtung seiner Fasern auseinander, wenn er in dieser Richtung gespannt wird, und verkürzt sich ebenso wieder nach auf-

Digitized by Google

hörender Spannung, als er gebogen in seine gerade Richtung wieder zurückspringt, wenn die biegende Kraft aufhört. Das Holz besitzt diese Elasticität so lange, als die von aussen wirkende Kraft nicht zu anhaltend ist und ein gewisses Mass nicht überschreitet. Bei oft wiederholter und starker Ausdehnung oder Biegung tritt in der Körpermasse eine Modifikation ein, welcher zufolge dasselbe nicht mehr ganz in die vorige Grösse zurückkehrt und die vorige Form nicht mehr völlig annimmt, wenn dieselbe verändernde Kraft aufgehört hat zu wirken. Es giebt überhaupt eine bestimmte Grenze der Elasticität (Elasticitäts-Grenze) oder ein grösstes Mass derselben, innerhalb welchem das Holz keine bleibende Dehnung, Biegung oder andere Formenveränderung erleidet. Diese Grenze darf bei Anwendung des Holzes zu Bauwerken und Maschinen, wobei dasselbe fortwährend eine Last zu tragen oder eine Spannung zu erleiden hat, nicht überschritten werden. Gekrümmte Balken sind schon gefährlich, weil bei lang anhaltender Krümmung die Elasticitätsgrenze des Holzes leicht überschritten wird und ein Bruch erfolgen kann.

Die Elasticität ist in sehr ungleichem Grade beim Holze anzutreffen. Die ursprüngliche Natur der Holzfaser und die gewöhnlich auf das Holz einwirkenden Verhältnisse begründen diesen Unterschied. Biegsame oder zähe Hölzer, wie die Nadelhölzer, von Laubhölzern: Eschenholz, Ulmenholz, Eichenholz sind auch vorzüglich elastische. Doch giebt es auch zähe Hölzer, welche nicht vorzüglich elastisch sind, wie Birkenholz, Espenholz etc.

Wird durch eine äussere Kraft ein Stab in seiner Längenrichtung auf Zug oder Druck beansprucht, bis die Elasticitätsgrenze erreicht ist, so giebt das Verhältniss seiner nunmehrigen Länge zur ursprünglichen den Elasticitäts-Koefficienten an, der also ein direktes Mass für die Elastizitätsgrenze eines Körpers bietet.

Ein Mass für die durch äussere Beanspruchung hervorgerufenen innern Spannungen giebt der Elasticitätsmodul, der als diejenige Kraft definirt werden kann, die nöthig wäre, um einen Stab vom Querschnitte = 1 um seine eigene Länge auszudehnen oder zusammenzudrücken, eine solche Formveränderung als möglich vorausgesetzt.

Da die elastische Formveränderung eines Körpers proportional der äussern Belastung ist, so ist eine experimentelle Bestimmung dieses Elasticitätsmoduls leicht durchführbar.

Bezeichnet P die Zugbeanspruchung des Stabes vom Querschnitt gleich der Flächeneinheit und von der Länge, gleich der Längeneinheit, λ die Verlängerung des Stabes, welche durch diese Beanspruchung erzeugt wird, so lässt sich der Elasticitätsmodul E leicht nach der Gleichung bestimmen:

$$E = \frac{P}{\lambda}$$

Digitized by Google

der Werth des Elasticitätsmoduls E bei Bauhölzern ist in Kilogr. p. qcm.

Bauhölzer.	E	Bauhölzer.	E
Buche	110 000	Kiefer	130 000
Eiche	120 000	Lärche . . .	130 000
Esche	114 000	Tanne	130 000
Fichte	120 000		

Diejenige Kraft, die einer Verlängerung oder Verkürzung des Stabes bis zur Elasticitätsgrenze entspricht, also die für die praktische Berechnung eines Konstruktionstheiles weitaus wichtigere Werth wird Tragmodul genannt, und unterscheidet man entsprechend den verschiedenen Beanspruchungen eines Stabes einen Zug- und einen Drucktragmodul.

Unter Festigkeit des Holzes begreift man den Widerstand, den es der Trennung seiner Holzfasern entgegensetzt, wenn diese Trennung durch eine Kraft eintritt, welche

1. nach der Länge der Holzfasern zerreissend,
2. wenn solche in der Richtung der Holzfasern zusammendrückend oder verkürzend,
3. wenn solche durch eine Kraft senkrecht auf die Holzfasern biegend oder zerbrechend wirkt.

Im ersten Fall nennt man die Gegenkraft, womit es dem Zerreissen widersteht, die Haltbarkeit, im zweiten Fall den Widerstand, im dritten die Tragbarkeit des Holzes. Dieser Ausdrücke bedient man sich weniger, als der in der angewandten Mechanik eingeführten Benennung, wo die Haltbarkeit die absolute, der Widerstand die rückwirkende, die Tragbarkeit die relative Festigkeit genannt wird; analog bezeichnet man die Widerstände gegen Zug und Druck und Biegung.

Ausser diesen Bezeichnungen giebt es noch Mittelwirkungen, wie die Widerstände gegen Abscheerung (Festigkeit gegen Verschiebung, auch Schubfestigkeit genannt) und Torsion (Drehungs- oder Windungsfestigkeit).

Alle Verbandhölzer widerstehen der sie angreifenden Kraft bald mit der absoluten, bald mit der relativen, bald mit der rückwirkenden Festigkeit, je nachdem sie in hängender, liegender, geneigter oder aufrecht stehender Stellung sich befinden; in manchen Fällen hat das Holz auch mehrfachen Angriffen zu widerstehen.

1. Absolute und rückwirkende Festigkeit.

Erfährt ein Stab durch eine äussere Belastung nur einen Zug in seiner Längenrichtung, so nennt man den hierauf hervorgerufenen Widerstand des Stabes die absolute oder Zugfestigkeit.

Digitized by Google

Erfolgt diese Beanspruchung nicht als Zug, sondern als Druck in der Längenrichtung und darf hierbei keine einseitige Ausbiegung des Stabes befürchtet werden, so wird der dieser Beanspruchung entgegengesetzte Widerstand als rückwirkende oder Druckfestigkeit bezeichnet.

Die rückwirkende Festigkeit eines Stabes ist abhängig von der Festigkeit seines Materials, d. h. von der Kohäsionsfähigkeit der kleinsten Theile gegeneinander und vom Querschnitte des Stabes, dagegen vollständig unabhängig von der Länge desselben.

Soll demnach die Kraft bestimmt werden, die nöthig ist, um einen Stab von gegebenem Querschnitt zu zerreissen, beziehungsweise zu zerdrücken, so ist es nur nöthig, den Querschnitt mit einem Koefficienten zu multipliziren, der angiebt, welche Kraft nöthig ist, einen Stab, dessen Querschnit gleich der Flächeneinheit ist, zu zerreissen bez. zu zerdrücken; dieser Koefficient wird Zug- oder entsprechender Druckbruchmodul genannt.

In der Praxis handelt es sich jedoch meistens nicht darum, die Kraft zu bestimmen, die nöthig ist einen Körper zu zerreissen oder zu zerdrücken, sondern um diejenige Belastung, die dem Körper zugemuthet werden kann, wenn eine Konstruktion für die Dauer als sicher betrachtet werden soll, oder umgekehrt für eine gegebene Kraft den entsprechenden Querschnitt unter dieser Bedingung zu bestimmen. Wie aber bemerkt, soll im Maximum ein Stab bis zur Elasticitätsgrenze beansprucht werden, so dass statt des Zug- oder Druckbruchmoduls nur ein Theil desselben eingeführt werden darf, der dann als Sicherheitsgrad der Konstruktion zu betrachten ist.

Da durch alle bisher angestellten Versuche, die Elasticitätsgrenzen der Baumaterialien zu bestimmen, keineswegs übereinstimmende Resultate gewonnen werden konnten, so gebietet es die Vorsicht bei allen soliden Konstruktionen weit unterhalb der gefundenen Grenzen zu bleiben, und ersetzt man deshalb den unsichern Tragmodul für die zulässige Inanspruchnahme eines Konstruktionstheiles durch den sogenannten Erfahrungskoefficienten des Bruchmoduls als zulässige Belastung.

Beim Holze nimmt man daher häufig nur den zehnten Theil, was umsomehr nothwendig ist, da von Vielen die Annahme gemacht wird, dass das Gefüge des Holzes seinen Zusammenhang auf die Dauer vermindere, und dass Nadelhölzer im ersten Jahr nur die Hälfte der durch Versuche gefundenen Tragbarkeit, im 15. Jahre nur ein Viertel, im 30. Jahre nur ein Fünftel und im 45. Jahre nur ein Sechstel besitzen.

Mit der Untersuchung der Festigkeit der Hölzer haben sich viele Gelehrte wie Eitelwein, Karmarsch, Redtenbacher, Mosely, Rondelet, Minard, Desormes, in neuer Zeit Prof. Bauschinger, Dr. Böhme etc. befasst und ist natürlich, dass die Resultate oft sehr weit auseinander gehen.

Bei noch so vorsichtiger Auswahl der Versuchshölzer hat sich doch

Digitized by Google

stets ergeben, dass Holzstücke von ganz gleicher Form, von ganz gleichen Dimensionen, von anscheinend gleicher Struktur und Dichtigkeit, gleichem Alter etc. sehr ungleiche Resultate geben; ein Langholz, das man in 3—4 gleiche Theile schneidet, zeigt oft in jedem einzelnen Theilstück ganz verschiedene Festigkeit.

Nachstehende Tabellen geben die von Heinzerling zusammengestellten Werthe der Koefficienten für Zug- und Druckfestigkeit für die am häufigsten verwendeten Bauhölzer.

In diesen Tabellen bezeichnet:

Z das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 zerreisst,

D das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 zerdrückt,

z das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 bis zur Elasticitätsgrenze ausdehnt,

d das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 bis zur Elasticitätsgrenze zusammendrückt.

E der Elasticitätsmodul oder das Gewicht, welches einen Stab vom Querschnitt = 1 um seine urprüngliche Länge ausdehnen oder zusammendrücken würde,

$\lambda_z = \frac{z}{E}$ die Verlängerung des Stabs an der Elasticitätsgrenze,

$\lambda_d = \frac{d}{E}$ die Verkürzung des Stabs an der Elasticitätsgrenze,

s die Spannung, welcher der Stab vom Querschnitt = 1,

p die Pressung, welcher der Stab vom Querschnitt = 1,

unter den in den Tabellen angegebenen Umständen höchstens ausgesetzt werden darf,

λ_s die der Spannung s entsprechende Verlängerung des Stabs,

λ_d die der Pressung p entsprechende Verkürzung des Stabs.

Die vorstehenden Werthe ergeben ferner:

$\frac{s}{Z}$ u. $\frac{p}{D}$ das Mass der Spannung s und Pressung p bezogen auf die Bruchgrenze,

$\frac{s}{z}$ u. $\frac{p}{d}$ das Mass der Spannung s und Pressung p bezogen auf die Elasticitätsgrenze,

$\frac{Z}{s}$ u. $\frac{D}{p}$ den Grad der Sicherheit bei der Spannung s und Pressung p in bezug auf die Bruchgrenze,

$\frac{z}{s}$ u. $\frac{d}{p}$ den Grad der Sicherheit bei der Spannung s und Pressung p in bezug auf die Elasticitätsgrenze.

Digitized by Google

Tabelle I. Zug- und Druckfestigkeit an der Bruch- und Elasticitätsgrenze[1]).

No.	Arten der Bauhölzer.	Bei Verwendung der Bauhölzer unter den günstigsten Umständen.						
		Z k. pr. qcm.	D	z k. pr. qcm.	d	E k. pr. qcm.	λ_z	λ_d
1	Buche	880	$^3/_5$ Z	—	—	111000	—	—
2	Eiche	810	$^3/_5$ Z	260	$^3/_5$ z	120000	$^1/_{460}$	$^3/_5 \lambda_z$
3	Esche	1100	$^3/_5$ Z	330	—	114000	$^3/_{348}$	—
4	Fichte. . . .	800	$^1/_2$ Z	230	$^3/_4$ z	120000	$^1/_{696}$	$^3/_4 \lambda_z$
5	Kiefer. . . .	1050	$^1/_2$ Z	290	$^3/_4$ z	130000	$^1/_{444}$	$^3/_4 \lambda_z$
6	Lärche . . .	1130	$^1/_2$ Z	220	$^3/_4$ z	130000	$^1/_{460}$	$^3/_4 \lambda_z$
7	Tanne. . . .	970	$^1/_2$ Z	260	$^3/_4$ z	130000	$^1/_{500}$	$^3/_4 \lambda_z$

Tabelle II. Bei Verwendung der Bauhölzer unter grösstentheils konstanter Krafteinwirkung und unter dem gewöhnlichen Einflusse der Atmosphärilien.

No.	Arten der Bauhölzer.	Mässige Erschütterungen.									
		Dauer einige Jahre.					Möglichst lange Dauer.				
		s k. pr. qcm.	p	E k. pr. qcm.	λ_s	λ_p	s k. pr. qcm.	p	E k. pr. qcm.	λ_s	λ_p
1	Buche . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Eiche . . .	160	$^3/_5$ s	120000	$^1/_{750}$	$^3/_5 \lambda_s$	80	$^3/_5$ s	113000	$^1/_{1400}$	$^3/_5 \lambda_s$
3	Esche . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Fichte . . .	160	$^3/_4$ s	120000	$^1/_{750}$	$^3/_4 \lambda_s$	80	$^3/_4$ s	113000	$^1/_{1400}$	$^3/_4 \lambda_s$
5	Kiefer . . .	210	$^3/_4$ s	130000	$^1/_{618}$	$^3/_4 \lambda_s$	105	$^3/_4$ s	120000	$^1/_{1194}$	$^3/_4 \lambda_s$
6	Lärche . .	230	$^3/_4$ s	130000	$^1/_{571}$	$^3/_4 \lambda_s$	113	$^3/_4$ s	120000	$^1/_{1071}$	$^3/_4 \lambda_s$
7	Tanne . . .	190	$^3/_4$ s	130000	$^1/_{667}$	$^3/_4 \lambda_s$	100	$^3/_4$ s	120000	$^1/_{1250}$	$^3/_4 \lambda_s$

Die vorstehende Tabelle giebt für besondere Fälle die Werthe der Kraft P, mit welcher ein Stab vom Querschnitte F belastet werden kann, durch die Gleichung

$$P = F \cdot s \text{ für Zug}$$
$$P = F \cdot p \text{ für Druck.}$$

Umgekehrt erhält man bei gegebener Belastung die Grösse des nothwendigen Querschnittes zu

$$F = \frac{P}{s}; \quad F = \frac{P}{p}.$$

[1]) Nach der neuen Bauordnung Berlins ist Kiefern-Bauholz mit nicht mehr als 80 k. pro qcm. auf Zug oder Druck zu belasten.

Digitized by Google

Beispiel 1: Eine Hängesäule von Fichtenholz sei durch eine Kraft P = 10 000 k. auf Zug in Anspruch genommen, wie gross muss ihr Querschnitt sein?

$$F = \frac{P}{k} = \frac{10000}{80} = 125 \text{ qcm.}$$

Beispiel 2: Eine Stütze von Fichtenholz soll mit 10 000 k. belastet werden, wie gross muss ihr Querschnitt sein? (nach der Tabelle ist $k = \frac{1}{4} s$ oder $80 \cdot \frac{3}{4} = 60$)

$$F = \frac{P}{k} = \frac{10000}{60} = 166{,}6 \text{ qcm.}$$

Vergleicht man die eben vorgeführten Beispiele miteinander, so wird für die Praxis leicht der Schluss daraus zu ziehen sein, dass ein Holz bei einer angehängten Last (Hängesäule) bedeutend tragfähiger ist, als wenn die Last auf demselben ruht.

Die relative Festigkeit.

Wird ein an einem Ende fest eingespannter Balken am andern Ende durch eine äussere Kraft belastet, die normal zur Axe des Balkens gerichtet ist, so erfährt derselbe eine Biegung dadurch, dass die oberen Fasern gedehnt, die untern zusammengepresst werden. Es muss demnach eine Faserschichte existiren, welche den Uebergang der gezogenen zu den gedrückten Fasern bildet und ihrerseits demnach keinerlei Beanspruchung als einfache Krümmung erfährt; diese Faserschichte wird die neutrale Faser des Querschnittes genannt.

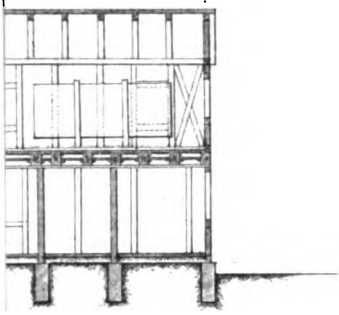
Die hervorgerufenen Zug- und Druckspannungen können innerhalb der Elastizitätsgrenze als proportional der Entfernung von der Axe angesehen werden. Sie bilden in bezug auf die neutrale Faser ein Drehmoment, das dem durch die äussere Kraft hervorgebrachten Moment das Gleichgewicht zu halten hat. Ferner muss die algebraische Summe den Zug- und Druckspannungen gleich sein, da sonst Bewegung in einer Richtung erfolgen würde, es wird deshalb die neutrale Faserschichte mit der Schwerpunktsfaser des Querschnittes nothwendig zusammenfallen müssen.

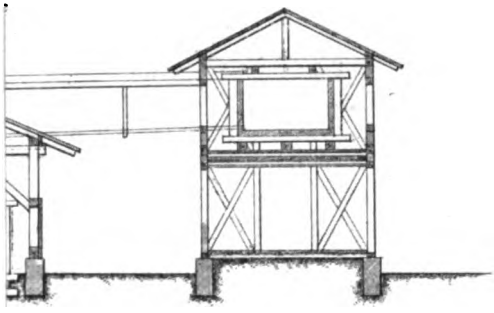
Die Summe der Momente der durch die äussere Kraft hervorgerufenen Spannungen drückt sich unter der Voraussetzung, dass diese Spannungen proportional den Entfernungen von den neutralen Fasern seien, folgendermassen aus:

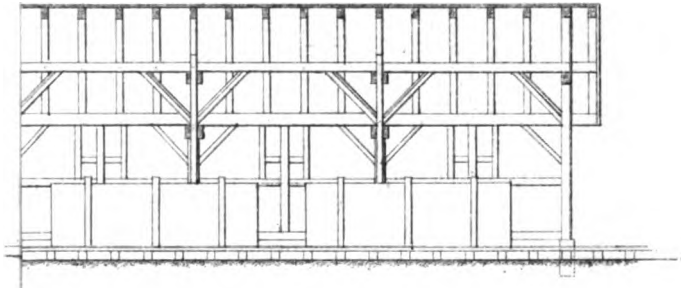
$$\frac{s}{a_z} t = \frac{p}{a_d} t$$

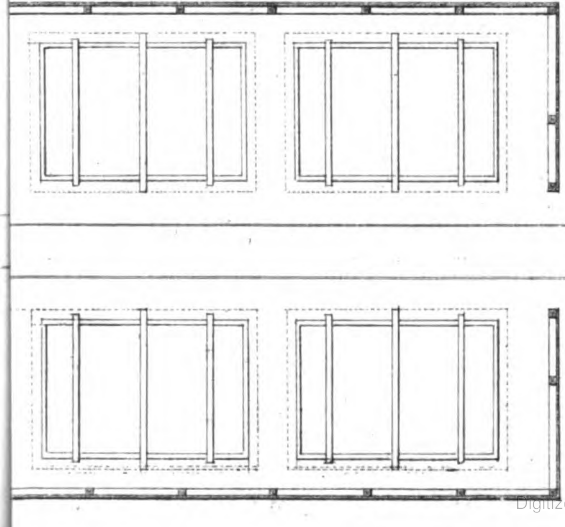
worin s und p die Belastungen der äussersten gespannten oder gedrückten Faser, a_z oder a_d die Entfernung der äussersten gespannten, bezw. gedrückten Faser von der Schwerpunktsfaser und t das Trägheitsmoment des

Digitized by Google







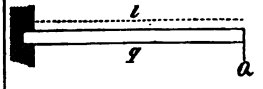
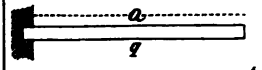
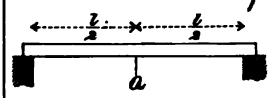
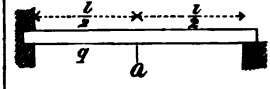
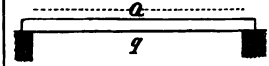
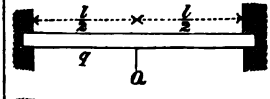
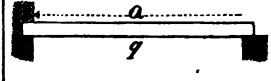
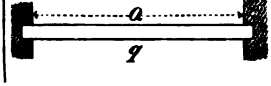


Digitized by Google

Vorstehende Tabelle giebt für die wichtigsten Querschnittformen (soweit sie bei der Holzkonstruktion wohl Anwendung finden) die Abstände der äussersten Fasern von der neutralen Faserschichte, die Trägheits- und Widerstandsmomente.

Die Tragkraft Q eines Balkens von beliebiger Einspannung wird nun erhalten, wenn man das ermittelte Widerstandsmoment in die entsprechende Formel der folgenden Tabelle über das Tragvermögen verschiedener eingespannter Balken einsetzt; oder umgekehrt kann mit Hülfe dieser Formeln der für eine gegebene Belastung nöthige Querschnitt gefunden werden.

Tabelle gegen Durchbiegung (relative Festigkeit)[1]).

No.	Belastungsweise.	Grösstes Angriffsmoment.	Tragvermögen Q Rechteckiger Querschnitt.
1		$\left(Q+\frac{q}{2}\right)l=T$	$Q=\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-\frac{q}{2}$
2		$\left(Q+q\right)\frac{l}{2}=T$	$Q=2\cdot\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-q$
3		$\left(Q+\frac{q}{2}\right)\frac{l}{4}=T$	$Q=4\cdot\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-\frac{q}{2}$
4		$\left(Q+\frac{2}{3}q\right)\frac{1}{5{,}33\ldots}=T$	$Q=5{,}33\ldots\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-\frac{2}{3}q$
5		$\left(Q+q\right)\frac{l}{8}=T$	$Q=8\cdot\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-q$
6		$\left(Q+\frac{2}{3}q\right)\frac{l}{8}=T$	$Q=8\cdot\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-\frac{2}{3}q$
7		$\left(Q+q\right)\frac{l}{8}=T$	$Q=8\cdot\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-q$
8		$\left(Q+q\right)\frac{l}{12}=T$	$Q=12\cdot\frac{\binom{s}{p}}{6}\cdot\frac{bh^2}{l}-q$

[1]) In diesen Formeln bezeichnet l die Länge des Balkens, b die Breite und h die Höhe in Centimetern, Q bezeichnet das Tragvermögen, T das Tragmoment und q das ganze Eigengewicht des Balkens.

Digitized by Google

Beispiel 1. Ein Balken von Fichtenholz liegt über einem 5 m. tiefen Raum und ist durch Eigengewicht und Verkehrslast mit 2000 k. belastet; wie stark müssen die Abmessungen desselben gemacht werden?

Nach obiger Tabelle ist, wenn schätzungsweise q zu 100 k. genommen wird:

$$2000\,\text{k.} = 8 \cdot \frac{80}{6} \cdot \frac{bh^3}{500} - 100\,\text{k};$$

somit

$$bh^3 = \frac{2100 \times 3000}{640} = \frac{630\,000}{64} = 9844.$$

Nimmt man nun die Breite b und Höhe h des Balkens wie 5 : 7 an, so ist

$$b = \frac{5}{7} h \text{ und}$$

$$\frac{5}{7} h^3 = 9844$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{7 \times 9844}{5}} = \sqrt[3]{13\,721} = 0{,}24\,\text{m. rd.}$$

$$b = \frac{5}{7} \cdot 0{,}24 = 0{,}172\,\text{m.}$$

Beispiel 2. Ein $^{18}/_{25}$ cm. starker Balken von Fichtenholz liegt über einem 6 m. tiefen Raum; wie gross ist dessen Tragvermögen?

Antwort: Es ist

$$q = 0{,}18 \times 0{,}25 \times 6{,}0 \times 460 = 124\,\text{k};$$

also

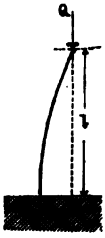
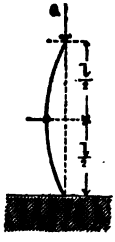
$$Q = 8 \cdot \frac{80}{6} \cdot \frac{11\,250}{600} - 124$$
$$= 2000 - 124 = 1876\,\text{k.}$$

Festigkeit gegen Zerknicken.

Werden (stützende) Stäbe, deren Länge im Verhältniss zu ihrem Querschnitte sehr gross ist, in ihrer Längenaxe auf Druck beansprucht, wie dies bei Säulen, Ständern und Streben etc. der Fall ist, so zeigt sich, dass dieselben eine bedeutend geringere Widerstandsfähigkeit besitzen, als die Berechnung auf rückwirkende Festigkeit ergiebt. Dieser Umstand rührt davon her, dass eine derartige Beanspruchung eines verhältnissmässig langen Stabes eine seitliche Ausbiegung zur Folge hat, die von der unvollständigen Homogenität des Materials oder auch davon herrühren kann, dass die beanspruchende Kraft nicht genau in der geometrischen Axe der Säule wirkt, und müsste demnach ausser der rückwirkenden Kraft auch noch die Biegungsfestigkeit mit in betracht gezogen werden.

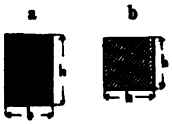
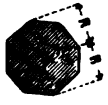
Den verschiedenen Fällen der Biegungsfestigkeit entsprechend, wird sich die Tragfähigkeit von Säulen auch verschieden verhalten, je nachdem

Digitized by Google

No.	Ausbiegungsweise.	Theoretisches Tragvermögen $Q = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{(al)^2}$
1		**Oberes Ende fest, unteres Ende frei.** $a = 1$ $Q = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{Et}{l^2} = 2{,}467 \frac{Et}{l^2}$ NB. Gefährlicher Querschnitt am Befestigungsort.
2		**Oberes Ende frei, unteres Ende frei.** $a = \frac{1}{2}$ $Q = \pi^2 \cdot \frac{Et}{l^2} = 9{,}868 \frac{Et}{l^2}$ NB. Gefährlicher Querschnitt in der Mitte.
3		**Oberes Ende in der Richtung von AB geführt, unteres Ende fest** $a = \frac{1}{3}$ $Q = \text{rot}\, 2\pi^2 \cdot \frac{Et}{l^2} = 19{,}736 \frac{Et}{l^2}$
4		**Beide Enden fest aber in der Richtung AB geführt** $a = \frac{1}{4}$ $Q = 4\pi^2 \cdot \frac{Et}{l^2} = 39{,}472 \frac{Et}{l^2}$

Anmerk. Wiebe's und Grashof's Formeln weichen in Etwas von den hier gegebenen ab, vergl. Wiebe: Lehre von der Befestigung der Maschinentheile und Grashof: Festigkeitslehre.

Digitized by Google

No.	Querschnittsform	Trägheitsmoment t	Praktisches Tragvermögen $Q_{mx} = N \cdot \frac{\pi^3}{4} \cdot \frac{E t}{l^2}$ [1]) Für Holz ist $N = \frac{1}{10}$
1		ad a, $\frac{b h^3}{12}$ ad b, $\frac{h^4}{12}$	a, $2400 \frac{b h^3}{l^2}$ b, $2400 \frac{h^4}{l^2}$
2		$\frac{5}{16}\sqrt{3} \cdot R^4 = 0{,}5413\, R^4$	$16\,100 \frac{R^4}{l^2}$
3		$\frac{1+2\sqrt{2}}{6} R^4 = 0{,}6381\, R^4$	$18\,950 \cdot \frac{R^4}{l^2}$
4		$\frac{\pi}{64} D^4 = 0{,}0491\, D^4$ $= 0{,}7856\, R^4$	$1450 \frac{D^4}{l^2} = 23\,200 \frac{R^4}{l^2}$

deren Enden bei der Unterstützung lose und glatt abgeschnitten sind, oder ob sie als fest eingespannt betrachtet werden können.

Sinkt das Verhältniss $\frac{h}{l}$ der kleinsten Querschnittdimension zur Länge einer in der Richtung ihrer Axe gedrückten Stange (Säule oder Stütze) unter eine gewisse Grenze, so ist dieselbe einer seitlichen Ausbiegung ausgesetzt und demgemäss zu berechnen. Diese Grenze von $\frac{h}{l}$ ist für Stäbe und Stützen nach Material und Querschnittform verschieden und beträgt nach Heinzerling für Stäbe mit quadratischem, rundem und kreuzförmigem Querschnitt aus Holz bezw. 0,174, 0,201 und 0,217.

Vorstehende Tabellen sind für die verschiedenen Fälle der Einspannung zur Berechnung von Säulen und Streben in bezug auf ihre Knickungsfestigkeit gegeben.

Beispiel. Eine quadratische Unterzugssäule von Eichenholz, deren Enden als frei betrachtet werden können, $^{15}/_{16}$ cm. stark, ist 3,5 m. hoch: Welche Last vermag dieselbe aufzunehmen?

[1]) Diese Werthe von Q_{mx} sind für den Fall I, Seite 97 (a = 1) berechnet; die Werthe von Q_{mx} für die Fälle II, III und IV werden daraus durch Multiplikation mit bezw. 4, 9 und 16 erhalten. Alle Abmessungen sind Centimeter, die Gewichte Kilogramme.

Digitized by Google

Antwort. Das theoretische Tragvermögen ist nach Obigem

$$Q' = 9{,}868 \cdot \frac{120\,000 \times 50\,625}{122\,500 \times 12} = 40\,781 \text{ k.}$$

Hievon $\frac{1}{10} : Q = 4078$ k.

Die Formel für das praktische Tragvermögen giebt

$$Q = 4 \times 2400 \cdot \frac{51\,625}{122\,500} = 4 \times 992 = 3968 \text{ k.}$$

Die Schubfestigkeit, Abscheerungs- oder Verschiebungsfestigkeit.

Wirkt die an einen Körper angreifende Kraft P in der Ebene desjenigen Querschnitts, in welcher eine Trennung der kleinsten Theile erfolgen soll, so nennt man den Widerstand des Körpers gegen diese Beanspruchung die Schub-, Abscheerungs- oder Gleitungsfestigkeit des betr. Materials.

Soll die Kraft bestimmt werden, die ein gegebener Querschnitt F, der auf Scheerfestigkeit beansprucht wird, auszuhalten im Stande ist, so ist in derselben Weise, wie bei absoluter und rückwirkender Festigkeit dieser Querschnitt mit dem Widerstande v der Flächeneinheit zu multipliciren $P = F. v$.

Mannigfache Versuche haben mit grosser Annäherung für die meisten einfachen Fälle dieses Gesetz als richtig bewiesen. Durchschnittlich kann man aus diesen Versuchen entnehmen, dass die Elastizitätsgrenze erreicht wird, wenn v ungefähr den Werth $\frac{1}{5}$ vom kleinern der beiden Tragmodule des betr. Materials erreicht.

Heinzerling giebt für die Festigkeit gegen Scheerung und Verschiebung in k. pr. qcm. folgende Tabelle:

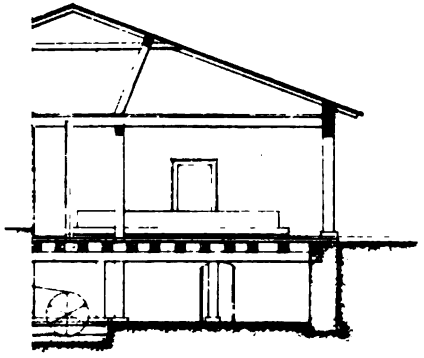
(Hier bedeutet ‖ parallel zur Faserrichtung).

Bauholz.		Zulässige Belastung.	Belastung beim Bruche.	Modul der Subfestigkeit.
Eichenholz	‖	700	7900	800 000
Kiefernholz	‖	400	4200	700 000
Buchenholz	‖	600	6600	1200 000

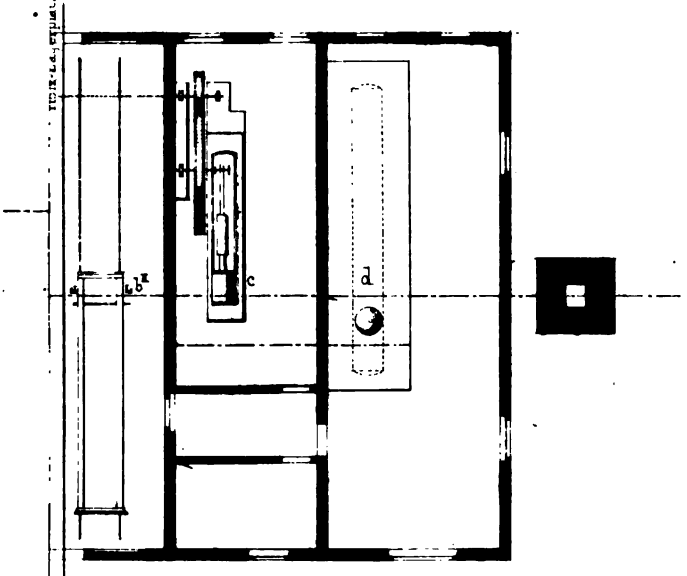
Die Torsionsfestigkeit oder der Widerstand gegen Verdrehung kann für Bauhölzer ausser Acht gelassen werden, da bei der Hochbaukonstruktion eine Beanspruchung des Holzes nach dieser Richtung hin ausgeschlossen ist. Anders verhält es sich mit den Metallen; bei deren Besprechung auch die Torsionsfestigkeit berücksichtigt werden wird.

Digitized by Google

Querschnitt

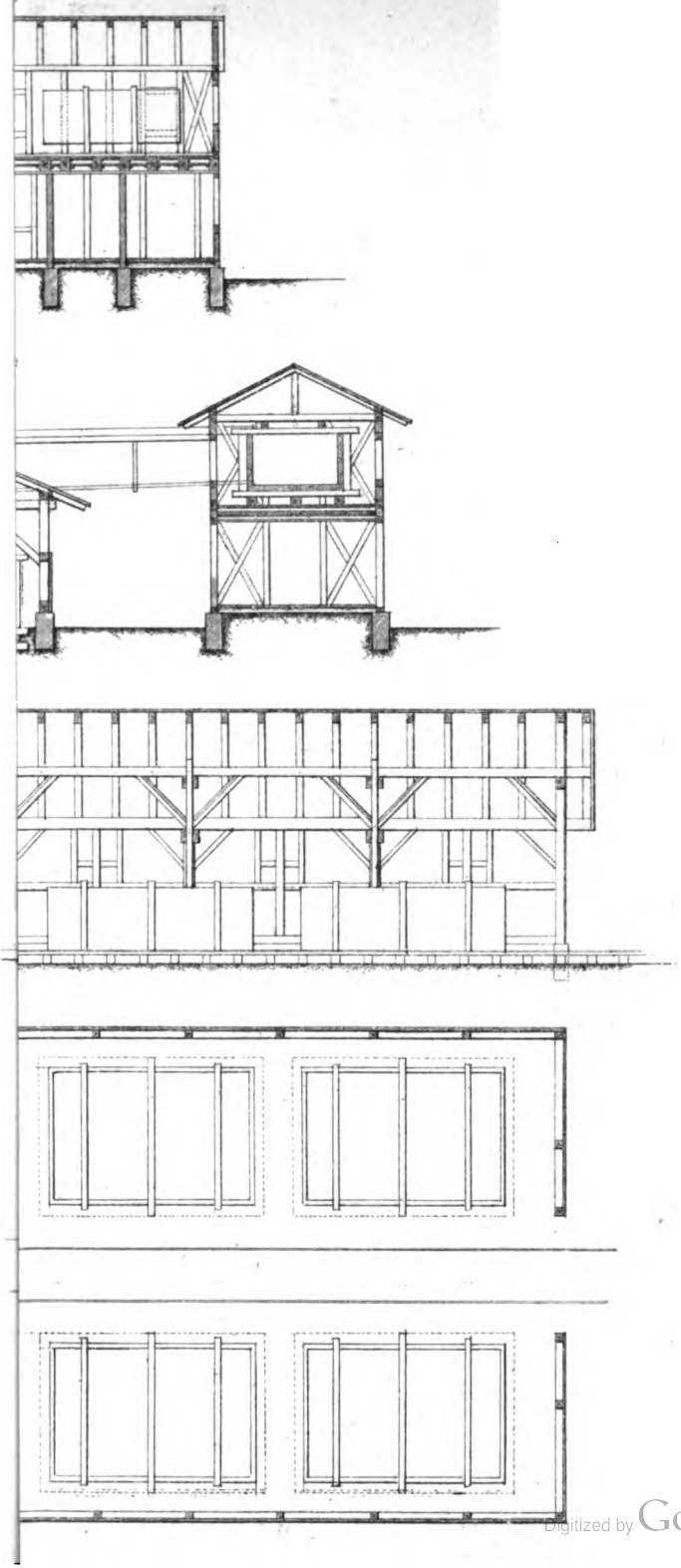


Ebener Erde



Digitized by Google

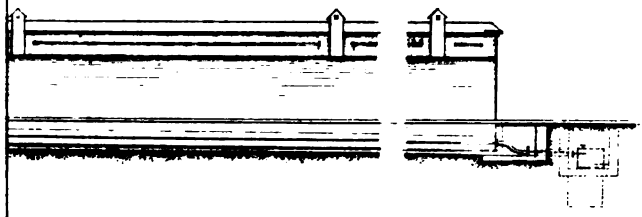
Digitized by Google



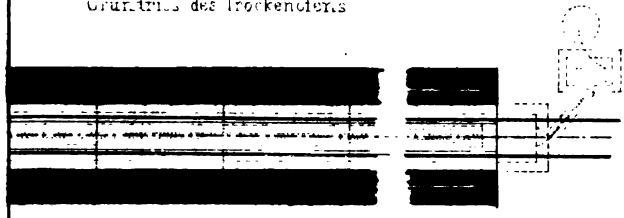
Digitized by Google

Digitized by Google

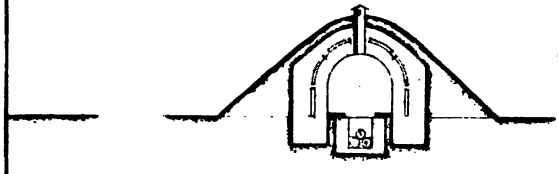
Laengenschnitt



Grundriss des Trockenofens



Querschnitt



Digitized by Google

Digitized by Google

Nördlinger'sche Holzquerschnitte

in 200 facher Vergrösserung.

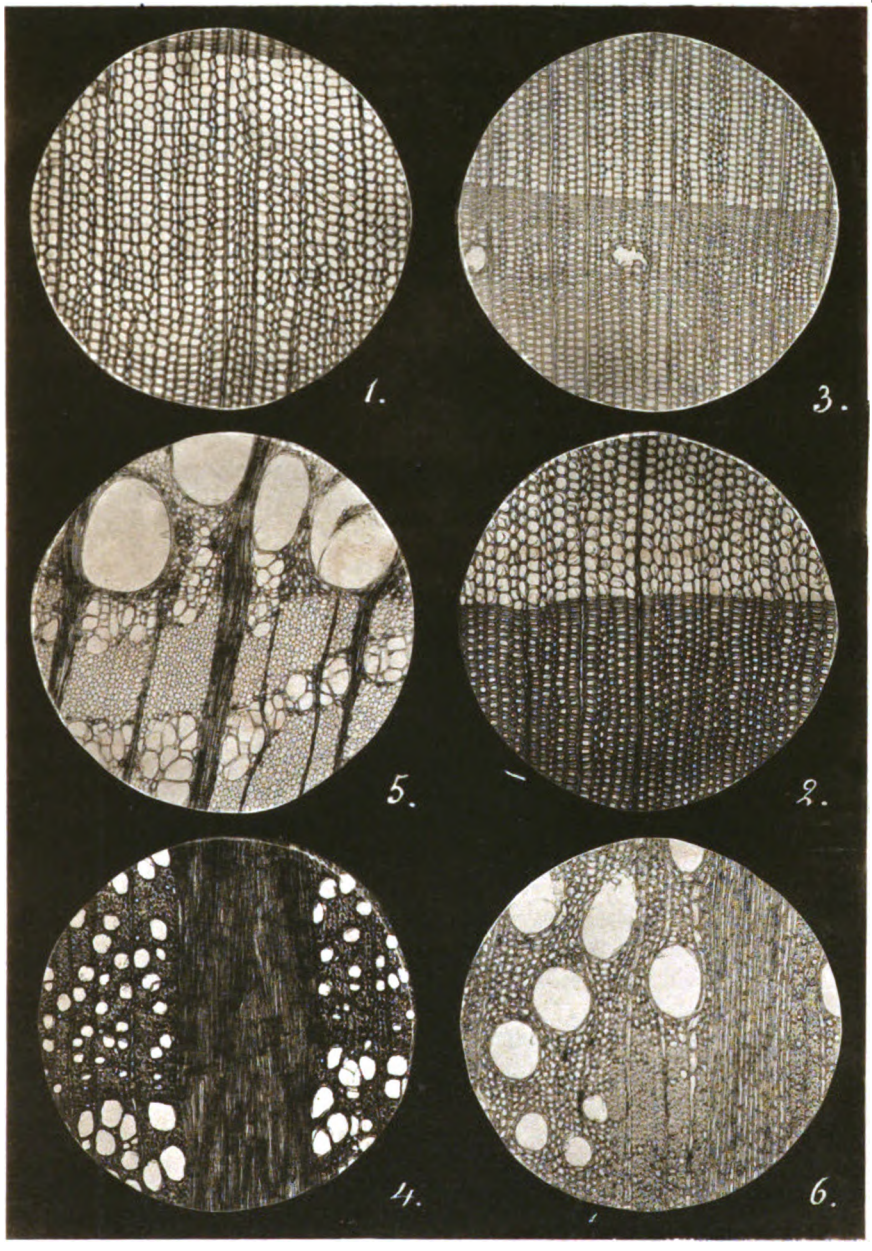


Fig. 1 Tanne (*Abies pectinata*). Fig. 2 Eibe (*Taxus baccata*). Fig. 3 Föhre (*Pinus sylvestris*). Fig. 4 Weiss- oder Hainbuche (*Carpinus betulus*). Fig. 5 Stiel- oder Sommereiche (*Quercus pedunculata*). Fig. 6 Esche (*Fraxinus excelsior*).

Gottgetreu, Baumater. 8. Aufl. I.

Mikrosk. Lichtdruck v. J. B. Obernetter in München.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nördlinger'sche Holzquerschnitte

(4 malige Vergrösserung).

Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 1.

Fig. 5.

Fig. 2.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 1 Tanne (*Abies pectinata*). Fig. 2 Eibe (*Taxus baccata*). Fig. 3 Föhre (*Pinus sylvestris*). Fig. 4 Fichte (*Abies excelsa*). Fig. 5 Gemeine Lärche (*Larix europaea*). Fig. 6 Weiss- oder Hainbuche (*Carpinus betulus*). Fig. 7 Stiel- oder Sommereiche (*Quercus pedunculata*). Fig. 8 Flatter-Ulme (*Ulmus effusa*).

Gottgetreu, Baumater. 3. Aufl. I.

Lichtdruck v. J. B. Obernetter in München

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

Nördlinger'sche Holzquerschnitte

(4 malige Vergrösserung).

Fig. 7

Fig. 6.

Fig. 1.

Fig. 8.

Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 3.

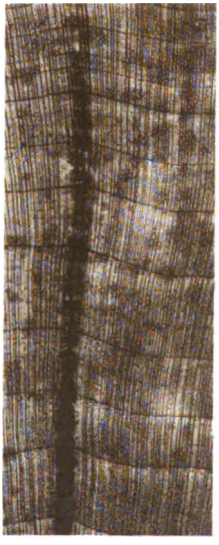


Fig. 2.

Fig. 1 gemeiner Ahorn oder Massholder (*Acer campestre*). Fig. 2 grossblättriger oder russischer Ahorn (*Acer tartaricum*). Fig. 3 gemeine Erle (*Alnus glutinosa*). Fig. 4 Rothbuche (*Fagus sylvatica*). Fig. 5 gemeine Birke (*Betula alba*). Fig. 6 Zitterpappel oder Aspe (*Populus tremula*). Fig. 7 Winter- oder kleinblättrige Linde (*Tilia parvifolia*). Fig. 8 gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*).

Gottgetreu, Baumater. 3. Aufl. I.

Lichtdruck v. J. B. Obernetter in München.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google